

Construa uma base sólida de conhecimento lendo este guia.



INJEÇÃO ELETRÔNICA OS FUNDAMENTOS

Todos **OS CONCEITOS** para você aprender
Injeção Eletrônica de uma vez por todas!

SISTEMA FLEX - SENSORES - ATUADORES
ESTRATÉGIAS - SINAL - TESTES - OSCILOSCÓPIO

DA SÉRIE:
OS FUNDAMENTOS

KEVEN MADALOZZO

V 1.0



Injeção Eletrônica ***Os Fundamentos***

Por: **KEVEN MADALOZZO**

ISENÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Todas as informações contidas neste guia são provenientes de minhas experiências pessoais com o aprendizado sobre eletricidade, elétrica automotiva, injeção eletrônica, física e tudo que compõe meus conhecimentos ao longo de vários anos de estudos e trabalho. Embora eu tenha me esforçado ao máximo para garantir a precisão e a mais alta qualidade dessas informações e acredite que todas os fundamentos e conceitos aqui descritos podem levar o leitor do absoluto zero ao conhecimento de elétrica automotiva. Cabe ao leitor utilizar e ajustar as informações deste guia de acordo com sua situação e necessidades.

Todos os nomes de marcas, produtos e serviços mencionados neste guia são propriedades de seus respectivos donos e são usados somente como referência. Além disso, em nenhum momento neste guia há a intenção de difamar, desrespeitar, insultar, humilhar ou menosprezar você leitor ou qualquer outra pessoa, cargo ou instituição. Caso qualquer escrito seja interpretado dessa maneira, eu gostaria de deixar claro que não houve intenção nenhuma de minha parte em fazer isso. Caso você acredite que alguma parte deste guia seja de alguma forma desrespeitosa ou indevida e deva ser removida ou alterada, pode entrar em contato diretamente comigo através do e-mail contato@kevenmadalozzo.com.br

DIREITOS AUTORAIS

Este guia está protegido por leis de direitos autorais. Todos os direitos sobre o guia são reservados. Você não tem permissão para vender este guia nem para copiar/reproduzir o conteúdo do guia em sites, blogs, jornais ou quaisquer outros veículos de distribuição e mídia. Qualquer tipo de violação dos direitos autorais estará sujeito a ações legais.

Injeção Eletrônica ***Os Fundamentos***



Sobre o autor

KEVEN MADALOZZO

Meu nome é Keven Madalozzo e há quase 10 anos eu trabalho com Mecânica, Elétrica e Injeção Eletrônica. Sou apaixonado por Tecnologia, Transformação e Inovação e isso me rendeu muitas oportunidades na vida, nas quais diversas delas adquiri muito conhecimento especializado.

Trabalhei bastante tempo apenas com Injeção Eletrônica e sistemas embarcados e nesta mesma linha do tempo entrei em um projeto de desenvolver uma injeção eletrônica programável, isso sem dúvida, me forneceu muito conhecimento de como uma injeção eletrônica trabalha, diagnósticos com osciloscópio, lógica de pensamento e diagnóstico, linhas de pensamento para otimizar o tempo.

Há 5 anos sou proprietário de meu próprio negócio, realizando meu sonho, hoje trabalho no Grupo Madalozzo, onde recentemente dei mais um passo em direção aos meus objetivos e sonhos de vida. Decidi Transformar, transformar vidas, dividir conhecimento, sempre tive o sonho de modificar o mundo e acredito que tenha dado os primeiros passos, iniciei meu canal no Youtube onde divido as minhas experiências e como acredito muito no universo, junto com esses primeiros passos veio um convite muito especial de me tornar Instrutor Técnico na Escola do Mecânico de minha cidade.

Hoje sigo meu projeto com o canal no Youtube e redes sociais, meu Blog e como Instrutor Técnico.

Capítulo 1 Introdução.....	9
Capítulo 2 Introdução Injeção Eletrônica	14
O triplo C.....	15
Relação Estequiométrica	18
Central de Injeção Eletrônica.....	20
Tipos de Injeção	23
Injeção Monoponto	24
Injeção Multiponto	26
Modos de Injeção.....	28
Injeção Simultânea	29
Semi Sequencial.....	32
Sequencial	34
Injeção Direta e Indireta	36
Sensores.....	38
Atuadores	43
Auto Adaptação.....	47
Scanner	48
Tomada de diagnóstico	49
Capítulo 3 Sistema de ignição	50
Introdução	51
Bobina de Ignição.....	53
Cabo de Ignição.....	55
Vela de Ignição	56

Driver de Ignição	60
Tipos de bobinas	61
Gráfico Padrão Osciloscópio	64
Falhas de ignição	67

Capítulo 4 Combustível	71
Octanagem.....	72
Gasolina	73
Gasolina Aditivada.....	74
Gasolina Adulterada	75
Álcool etílico (Etanol).....	76
Ar Combustível (AF).....	79
Fator Lambda.....	82
Fontes	85

Capítulo 5 Alimentação Elétrica	86
Aterramento	87
Queda de tensão	88

Capítulo 6 Sensores.....	90
Sensor de temperatura da água (ECT)	91
Conector e Sinal.....	95
Sensor de temperatura do ar (IAT)	97
Sensor de posição da borboleta (TPS).....	99
Conector e Sinal.....	100
Osciloscópio	102
Sensor de pressão absoluta (MAP)	103

Conector e sinal	105
Sensor de rotação e PMS (CKP)	106
Sensor Indutivo.....	108
Sensor de efeito Hall.....	111
Osciloscópio.....	113
Sensor de fase (CMP)	114
Sensor de detonação (KS).....	116
Pré Ignição	119
Sensor de Oxigênio.....	120
Conector e Sinal.....	123
Sonda Convencional x Planar.....	129
Sonda pós catalisador.....	133
Sensor de velocidade (VSS).....	134
Conector e Sinal.....	135
Sensor de fluxo de ar (MAF)	136
MAF por fio aquecido	137
MAF por filme aquecido	138
Conector e Sinal.....	140
Capítulo 7 Atuadores.....	141
Bomba de combustível	142
Eletro injetor	144
Osciloscópio.....	146
Atuador de marcha lenta.....	148
Tipo solenoide	149
Tipo Motor de Passo.....	153
Válvula Canister.....	156

Válvula EGR	158
-------------------	-----

Capítulo 8 Drive By Wire	160
Corpo de Borboleta	161
Sensor e Sinal.....	163
Atuador e chaveamento	166
Limpeza e Aprendizado	167
Pedal de acelerador.....	169
Conector e Sinal.....	170

Capítulo 9 Conversor catalítico	171
---------------------------------------	-----

Capítulo 10 Estratégias.....	175
Parâmetros auto adaptativos	176
Marcha Lenta	177
Cut-Off	178
Abertura de AF	179
Malha fechada e aberta.....	180
Open Loop	180
Closed Loop	180
DashPot.....	181
Luz de Anomalia	182
Modo Alternativo	183

Capítulo 11 Alimentação	184
Bomba de combustível	185
Regulador de Pressão	189

Bico Injetor.....	194
Vazão de bicos Injetores.....	196
Estanqueidade	198
Limpeza de Bicos	200
Retro Lavagem.....	201
Filtro de combustível.....	202
Rampa de injeção.....	203
Capítulo 12 Considerações Finais.....	204

Capítulo 1 INTRODUÇÃO

Seja muito bem vindo, fico muito feliz que tenha decidido iniciar a leitura deste livro, neste livro encontrará de forma reduzida um pouco do conhecimento que adquiri durante os anos. Assim como você eu também já tive a vontade de aprender algo novo, inovar, fazer a diferença. Neste livro concentrarei os esforços para simplificar o entendimento do que chamamos de injeção eletrônica automotiva.

Comecei trabalhando quando ainda estava estudando com 14 anos de idade, comecei trabalhando como auxiliar de mecânico em uma oficina e em seguida comecei meu curso Técnico. Com isso eu só conseguia trabalhar 1 turno na oficina, pois o meu curso era a tarde e durante a noite eu estava cursando o ensino médio. Trabalhava pela parte da manhã, ia para o curso na parte da tarde e à noite eu ia para o ensino médio, foram 2 anos nessa caminhada, quando finalizei o curso comecei a trabalhar em tempo integral. Quando comecei trabalhar eu era auxiliar, então ajudava em tudo, lavagem de peças, limpeza de ferramentas, levava discos de freio para retificar, ia no mercado, enfim, fazia de tudo o possível. Comecei aprender mecânica como consequência disso, e sempre desde que comecei gostava muito de ver os mecânicos mais velhos mexendo no scanner, era tudo muito novo para mim, visualizava os dados do motor na tela do computador, rotação, temperatura do ar, temperatura da água... Era muito novo pra mim, pois, nunca havia tido nenhum contato com veículos antes, estava trabalhando em uma obra com meu pai que na época era mestre de obras, até que vi um anuncio de um curso de mecânica no jornal, ainda lembro como se fosse ontem, durante o almoço lendo aquele jornal eu vi o anuncio e pensei:

“Vou trabalhar de mecânico, vou fazer esse curso”. Meu pai me apoiou e foi aí que tudo começou, então, eu não sabia nada mesmo, nunca havia tido contato.

Aquela paixão por injeção eletrônica tinha sido geminada, quando eu via os mecânicos através do scanner, solucionando problemas e diagnosticando falhas, aquilo era o que eu queria. Desde então vinha sempre que possível observando e perguntando muito, sempre fui muito curioso, como as coisas funcionam e por que funcionam de tal maneira, isso me proporcionou adquirir muito conhecimento de pessoas altamente

instruídas, como meu curso era Técnico, logo de cara na parte de elétrica veio um conteúdo muito similar ao de escola, sabe? Bastante teoria, cálculos e mais cálculos e isso me proporcionou a criar uma forte e sólida base para meus futuros conhecimentos e empreitadas, aproveitei a quantidade de teoria que vinha adquirindo e comecei a perguntar, conversar e acompanhar os serviços de injeção eletrônica, como eu trabalhava das 08:00 ao 12:00 eu sempre chegava 7:20, 7:30, aproveitava para passar o primeiro café do dia e no horário do almoço eu bombardeava meus colegas e chefe com perguntas, as vezes penso que posso ter sido até irritante, hoje valorizo muito quando alguém me pergunta algo, pois, reconheço a vontade e o interesse em adquirir conhecimento e sinto muito feliz de poder compartilhar, com o tempo, comecei a ser direcionado para mais serviços de injeção e elétrica, somente serviços simples, até por questão da minha carga horária, não podia começar e terminar um serviço maior no mesmo dia, por exemplo.

Lembro ainda que a maior felicidade era quando um carro chegava de guincho sem funcionar, sério, adorava esse tipo de problema. Antes mesmo de terminar o meu curso técnico eu acabei saindo daquela empresa e indo para outra por indicação de um professor do meu curso e nesta empresa, devo muito dos meus conhecimentos de hoje, assumi um cargo na época de auxiliar de eletricista, trabalhando na época somente com injeção eletrônica, elétrica e GNV. Uma empresa muito bacana e com muitos recursos e ferramental, comecei lá ter contato com ferramentas mais precisas de diagnóstico, esquemas elétricos, osciloscópio, scanners variados, ferramentas especiais.

Lá começou a geminar diversas outras sementinhas, como trabalhava com GNV, nós instalávamos Kits de conversão GNV, a equipe responsável pela parte mecânica instalava o cilindro, tubulação, redutora e outras partes. E eu e meu chefe de setor lidávamos com a instalação da parte elétrica e acerto de mistura do GNV, os kits de GNV de 5ª geração era como se fosse uma injeção eletrônica a gasolina com injetores e tudo mais, então era necessário andar com o veículo para analisar o funcionamento do motor e acertar o mapa de injeção do GNV, ali comecei a pegar gosto por injeções eletrônicas programáveis, aquela empresa era muito flexível e muito boa de trabalhar, costumávamos brincar que pegava até avião sem asa pegando fogo (Brincadeiras à parte), o dono era muito gente boa e gostava de projetos especiais também, então trabalhei em muita coisa bacana, reformamos toda elétrica de fusca, instalamos injeção

eletrônica em veículos antigos, turbinamos veículos, naquela época eu tinha muita vontade e pessoas instruídas para dividir seu conhecimento comigo, eu aproveitei tudo que pude e sou muito grato por tudo que aprendi. Fiz muitas amizades boas e participei de diversos projetos que me proporcionaram o conhecimento em diversas áreas que tenho hoje.

Quando terminei meu curso comecei a trabalhar em tempo integral e fui promovido a eletricista, comecei a tirar minha carteira de motorista e com isso veio maiores responsabilidades, diagnósticos e reparos sozinhos, teste do veículo que até então não podia dirigir.

Nesta época comecei a comprar ferramentas para fazer algumas coisas em casa, não ganhava muito, mas era o suficiente para viver e ir adquirindo ferramentas. Comecei a consertar alguns veículos no sábado e domingo, o que não tinha de ferramenta meu chefe me emprestava, como disse anteriormente, muito gente boa e devo muito aquela empresa, os scanners eram o mais caro então sempre pegava emprestado.

Nessa mesma linha do tempo conheci uma pessoa muito inteligente e entramos em um projeto juntos, existe uma injeção chamada MegaSquirt que é uma injeção de código aberto americana com muitos recursos bacanas que quase não existiam nas injeções nacionais e queríamos torna-la mais compacta e moderna, então começamos analisar os esquemas elétricos e projetar uma placa nova, com os componentes em SMD e o mais compacta possível com Bluetooth, foram anos bem corridos e produtivos, pude aprender muito de eletrônica e como uma injeção realmente trabalha. Montamos algumas injeções, instalamos e algumas até hoje funcionam, mas o tempo acabou nos distanciando do projeto e seguimos nosso caminho. Durante essa jornada, com o conhecimento e a experiência aumentando recebi propostas de trabalho melhores e com dois corações tive que tomar uma decisão para seguir em minha trajetória de vida, muito grato por todo aprendizado e oportunidade, segui minha trajetória para trabalhar somente com injeção eletrônica. E contei esse trecho de minha vida para vocês, apenas para dizer que isso só foi possível porque havia construído uma base forte de conhecimento, isso é, os fundamentos, isso me proporcionou suportar os conhecimentos para até projetar uma injeção eletrônica. E desejo isso para vocês, que construam uma fundação sólida para apoiar o prédio da vida de vocês.

Escrevi o livro **Eletroeletrônica Automotiva Básica – Os fundamentos** decidido a possibilitar quem pudesse ler a sair do absoluto zero e aprender elétrica automotiva de uma forma completa, de uma forma sólida e este livro é querendo ou não, uma continuação de conhecimentos.

Meus sentimentos mais sinceros é que você possa aprender os fundamentos aqui descritos sem decorar nada, sem cobrança alguma e construa uma forte e inabalável fundação de conhecimentos, sempre digo que uma casa de 2,3,4 ou até mais andares necessita, primeiramente de uma **boa fundação** para suportar esses andares, se não, inevitavelmente com o tempo essa construção não resistira ao tempo, as adversidades da natureza. Costumo pensar que cada andar que colocamos em cima de nossa casa é um conhecimento a mais que agregamos, por exemplo, injeção eletrônica básica é 1 andar, aprendi como utilizar o scanner é outro andar, aprendi osciloscópio básico é outro andar, e assim vamos construindo nosso prédio, mas se, por algum motivo nossa fundação for fraca, eventualmente um temporal, vendaval vai vir a balançar o prédio, esses fenômenos se apresentam em nosso dia a dia como forma de problemas, dificuldades, duvidas e diversas situações, por isso, se tivermos uma **base sólida e forte** nosso prédio sobrevivera ao mau tempo.

Os fundamentos para o prédio de injeção eletrônica e quiçá diagnóstico avançado são o conhecimento e o entendimento dos “porquês”, questione como tudo funciona, entenda e compreenda como tudo funciona, no livro **Eletroeletrônica Automotiva Básica – Os fundamentos** eu defino os fundamentos para compreender a eletricidade e neste livro eu procurei definir os fundamentos para compreender injeção eletrônica. Não se preocupe como aprenderá, em quanto tempo aprenderá ou como praticara, apenas decida agora, **decida que irá aprender injeção eletrônica**, o resto simplesmente acontecerá, quando estamos decididos tudo nos possibilita.

Fórmulas decoradas funcionam enquanto lembramos delas, quando internalizamos algo o nível de conhecimento é diferente, é como falar português, você não pensa, apenas faz. Quando aprendemos a andar de bicicleta, jamais esquecemos, podemos passar anos, talvez um pouco menos de prática, receio, mas é alguns segundos pedalando e.. Pronto você está pedalando sem nem notar, isso porque você realmente aprendeu a pedalar, não decorou.

Atualmente fui em um treinamento no interior do meu estado (Rio grande do Sul) e vi algumas frases no treinamento que me chamaram muito a atenção:

O que eu ouço, eu esqueço.

O que eu vejo, eu lembro.

O que eu faço, eu entendo.

- Confúcio.

E isso é muito interessante, pois, apenas ler, geralmente é muito superficial. Quando lemos e não entendemos isso nos cria um desconforto e esse desconforto aliado a dúvida nos proporciona o aprendizado, por tanto, pense, prove, escreva, sublinhe o que achar interessante, rabisque, reescreva o que achar interessante, pois, o movimento de escrever ajuda a internalizar o conhecimento.

Caso você não tenha domínio ou conhecimento sobre elétrica/ eletricidade indico que primeiro, leia o livro **Eletroeletrônica Automotiva Básica – Os fundamentos** o qual você pode baixar aqui:

<https://kevenmadalozzo.com.br/ebook-eletrica-automotiva-os-fundamentos/>

Neste livro vou fornecer tudo para que você saia do **ABSOLUTO ZERO** em injeção eletrônica até **conhecer e entender como esse sistema funciona.**

Caso você tenha algum conhecimento, o convido a ler também o livro por completo, pois, sempre há algo que nos agrega, às vezes, até por simplesmente escrever este livro com meus próprios pensamentos e experiências pessoais.

Neste livro, em alguns momentos vou compartilhar medições realizadas através de um osciloscópio, porém, não vou focar no funcionamento do mesmo neste livro, para isto, vou deixar uma playlist do Youtube aqui que pode clarear sua ideia sobre o equipamento:

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLg7mVxL7uMtO6CexGBhqfFUPQivRxBgT>

Capítulo 2 INTRODUÇÃO INJEÇÃO ELETRÔNICA

Neste primeiro capítulo definiremos alguns tópicos e conceitos os quais são fundamentais e importantes para o entendimento do sistema de injeção eletrônica, o sistema de injeção eletrônica tem basicamente uma função:

Fornecer combustível para os cilindros em combustão.

Eu gosto de dizer que a função é essa, porém, com precisão.

O triplo C

O triplo “C”, é o fundamento para um motor a combustão interna funcionar :

Combustível

Comburente

Calor

São os três, fundamentais para existir combustão, no caso do nosso motor a gasolina/álcool por exemplo, temos o combustível :

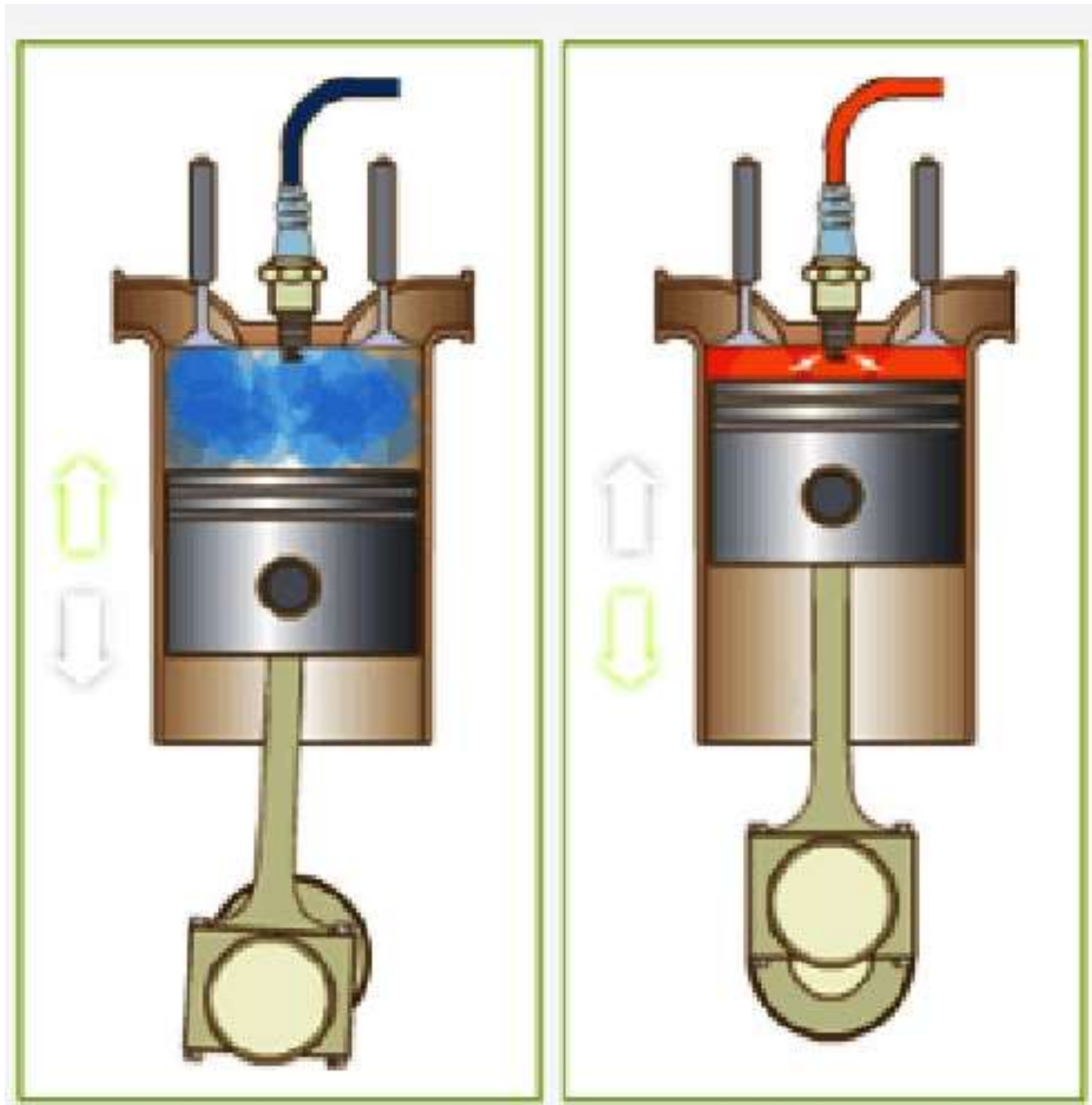
Gasolina, Álcool ou até GNV.

Temos também o comburente, esse reage com o combustível, gerando calor e luz em determinadas situações, que no motor a combustão é convertido em movimentos mecânicos. O comburente mais comum é o oxigênio, que o motor aspira através do ar em seu funcionamento.

E por último e não menos importante:

O calor, que desencadeia a combustão entre o Combustível e o Comburente é um fator fundamental para o bom funcionamento do sistema, este calor é fornecido no motor por meio da Centelha “Faísca” e injetada no interior da câmara de combustão através da vela de ignição.

Só pode existir combustão caso haja esse triplo “C”, o motor por sua natureza é uma “bomba de vácuo” e sempre que está em movimento os pistões estão aspirando comburente para o interior da câmara de combustão, o combustível por sua vez, nos veículos carburados era inserido através do carburador e hoje quem é responsável por essa inserção é a injeção eletrônica através do eletro injetor (“bico injetor”) e a fonte de calor é fornecida pela bobina de alta tensão que distribui a centelha para a vela de ignição que fica instalada na câmara de combustão.



O motor admite o ar/combustível e então no momento certo é gerado uma centelha que desencadeia a combustão no interior do motor, gerando energia para o motor.

Nos veículos mais antigos a parte de combustível era de responsabilidade do carburador e a parte do calor era de responsabilidade do sistema de ignição, que há muito tempo atrás era composto basicamente, de um platinado, bobina, cabos de vela e vela de ignição.

Nas primeiras injeções eletrônicas a injeção eletrônica cuidava da parte de combustível e o sistema de ignição cuidava da parte de ignição, como é possível reparar principalmente em veículos que possuíam distribuidor, você já deve ter visto.

Na atualidade o módulo de injeção eletrônica cuida tanto da parte de injeção de combustível como da parte de ignição também, com muito mais precisão. Podendo fazer controle preciso de ponto de ignição, tempo de carga de bobina e muito mais.

As principais vantagens da injeção eletrônica sobre o carburador, são o controle preciso de mistura de combustível em relação a muitos fatores externos e claro, a necessidade de controle de poluição, a injeção eletrônica nasceu basicamente com a necessidade de economizar combustível em meio uma crise, não vamos entrar em detalhes da história de sua criação.

Mas precisa entender que há cada ano o controle de emissão de poluentes fica mais rígido e com isso novos sistemas, estratégias e componentes tendem a aparecer, modificar, por isso devemos compreender o funcionamento da combustão e do motor para compreender melhor a injeção eletrônica. A ideia é sempre obter mais eficiência com menos poluição, por isso é comum você ver motor 1.0 hoje com mais potência que motores 1.6, 1.8 e até 2.0 de 20 anos atrás.

Para entender melhor sobre poluentes e eficiência, devemos entender sobre o que já mencionei anteriormente : “Controle preciso de mistura de combustível.”

Por que precisa ter este controle? E como ele interfere na eficiência e emissão de poluentes?

Essa pergunta é muito fácil de responder, é simples: Combustível e Comburente, chamaremos comumente esses dois “C” de Ar/Combustível e o que você precisa saber é que :

“HÁ UMA RELAÇÃO ESTEQUIOMÉTRICA ENTRE ESSES DOIS”.

Como assim? O fato é que, combustível de mais não é bom e combustível de menos também não é.

Quando sobra muito combustível a eficiência do motor é menor e também o índice de poluição maior, mas isso é só a ponta do iceberg, vamos entender um pouco mais sobre essa relação estequiométrica e depois compreenderemos como a injeção eletrônica funciona.

Relação Estequiométrica

Existe uma relação estequiométrica entre Ar/Combustível e isso influencia diretamente na eficiência e emissão de poluentes. Isso significa que para uma quantidade exata de Oxigênio admitido existe uma quantidade ideal de combustível para queima neste motor. Isso é, uma relação que não vai sobrar combustível, não vai faltar combustível e o mesmo aconteceu com o oxigênio admitido.

Quando digo Ar/Combustível, quero dizer:

Oxigênio/Combustível (Comburente/Combustível)

O ar admitido não possui somente oxigênio, mas, este é o que mais nos importa durante o processo de combustão. Essa relação estequiométrica muda de combustível para combustível. Esta é mais uma vantagem do sistema de Injeção Eletrônica, que pode calcular essa relação e compensar a maior quantidade de álcool na gasolina, por exemplo.

Veja esta tabela:

Combustível	Ar/Combustível
Gasolina Pura	14,7:1
Etanol	9,0:1
Gasolina Comum	13,2:1
Diesel	15,2:1
Metanol	6,4:1
Hidrogênio	34,0:1

Isto significa que, por exemplo, a cada 1 parte de Gasolina Pura é necessário 14,7 partes de oxigênio para uma combustão perfeita.

Para 1 parte de Etanol é necessário 9 partes de oxigênio para uma combustão perfeita.

A gasolina comum, que é, estimado uma certa quantidade de Etanol na mistura, é necessário 13,2 partes de oxigênio para cada parte de Gasolina, mas, é impossível

garantir essa mistura exata em todos postos que abastecermos, por isso, a injeção eletrônica utiliza de vários sensores, cálculos e estratégias para calcular a quantidade de combustível necessária para a combustão.

Desta forma acredito que já consiga imaginar por que o sistema Flex nasceu, a quantidade de etanol necessário para uma queima é superior a quantidade necessária com a gasolina.

Isto considerando, o mesmo motor, admitindo a mesma quantidade de ar a cada ciclo, por exemplo:

Se um motor aspirando 100 gramas de oxigênio por ciclo, isso significa que :

Com gasolina comum (13,2:1) ele precisaria injetar: $100 / 13,2 = 7,57$ gramas de gasolina.

Com etanol (9:1) ele precisaria injetar : $100 / 9 = 9,09$ gramas de etanol.

Com isso concluímos que é necessário injetar mais combustível quando abastecido com etanol ou até com combustível misturado. O sistema flex consegue notar esta diferença e corrigir seus processos em cima disso como veremos mais à frente.

A relação entre comburente e combustível é dada em massa (KG), pois o mesmo é muito leve e ficaria difícil mensurar esta mistura.

Central de Injeção Eletrônica

Como disse anteriormente vou focar em sistemas mais modernos para melhor aproveitamento, mas vamos entender brevemente sobre os primeiros sistemas de injeção eletrônica.

Basicamente podemos separar os tipos de central de injeção eletrônica em 2 modelos:

Central Analógica;

Central Digital.

Basicamente as centrais bem antigas, as analógicas, não possuíam sistemas para diagnóstico com scanner.

As centrais digitais possuem comunicação e conector de diagnóstico que podemos utilizar para conectar o scanner e interpretar os dados que a central nos apresenta.

É muito raro trabalharmos com centrais analógicas nos dias de hoje e por isso, vamos focar nas centrais digitais, caso o leitor tenha interesse em conhecer a história da injeção eletrônica, pode estudar.

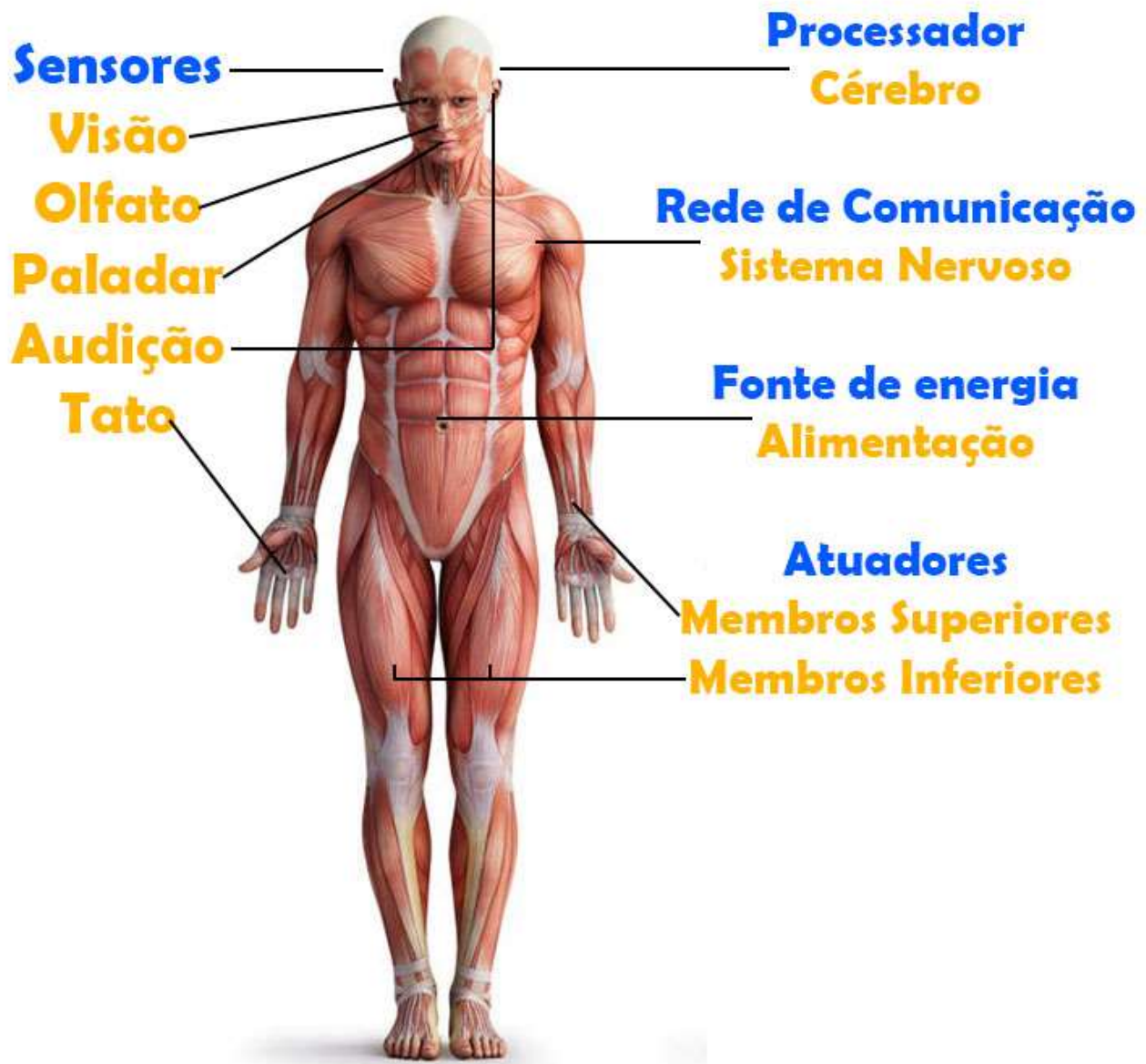
Outro ponto que comentei anteriormente, é que as centrais da atualidade cuidam do sistema de combustível e ignição, focaremos nesta modalidade também, que praticamente é utilizado somente assim há pelo menos 16 anos.

Mas vamos lá, o que é uma central de injeção eletrônica?

Uma central de injeção eletrônica é basicamente um computador que recebe dados de diversos sensores, como por exemplo: Sensor de temperatura da água, sensor de temperatura do ar, pressão do coletor, posição do acelerador etc.

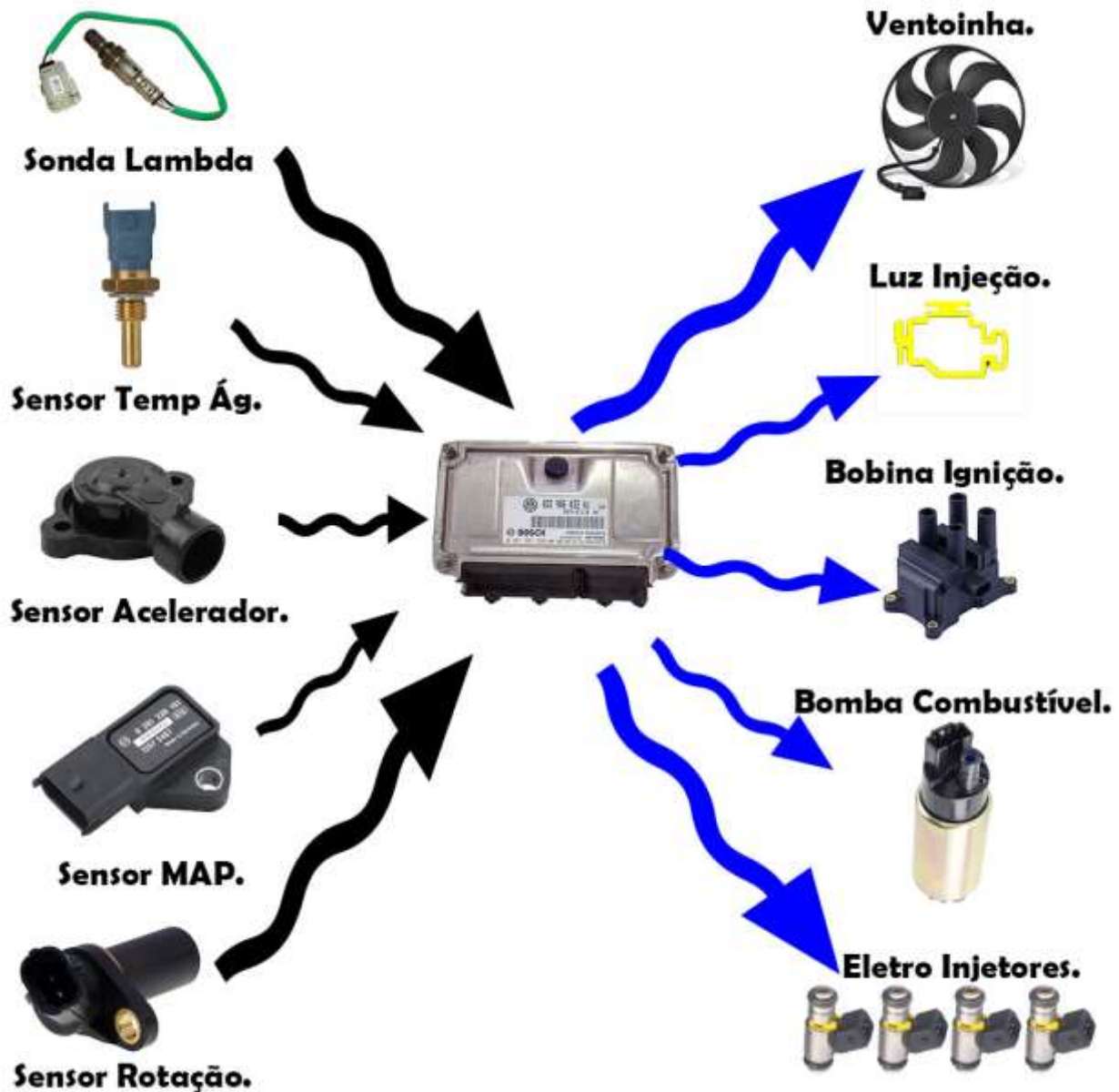
E depois de processar estes dados, utiliza-os, para controlar diversos dispositivos que fazem parte do gerenciamento do motor, injeção de combustível, controle de marcha lenta, etc..

Podemos fazer uma analogia entre o homem e o sistema de gerenciamento de motor:



Basicamente o cérebro recebe todas as informações proveniente de nossos sentidos, calcula esses dados e atua em cima dos atuadores, nossos membros, músculos, fala etc.

A central de injeção faz um processo muito parecido com este, recebe os dados dos sensores, faz cálculos e atua diversos componentes no motor, recebe os dados dos sensores novamente e assim faz, ciclo após ciclo.



Veja a mesma ideia agora com alguns dos componentes utilizados pela injeção eletrônica, veremos todos estes sensores e atuadores mais à frente, a ideia desta ilustração é exemplificar o processo da central de injeção eletrônica, que também é conhecida como : UCE ou ECU.

Ecu: Electronic control Unit

Uce: Unidade de controle eletrônico.

Enquanto o carburador tinha uma “regulagem fixa” para a massa de ar admitida, a injeção eletrônica dispõe de vários cálculos para calcular o combustível injetado.

Veremos esses sensores e atuadores, mas antes vamos definir mais alguns detalhes:

Tipos de Injeção

Existem basicamente dois tipos de injeção e podemos definir o seu tipo através da configuração de injetores da mesma.

Nos carburadores, antigamente, por exemplo, podia haver um carburador para todos os cilindros do motor, podia haver 2 carburadores para todos os cilindros do motor, e alguns veículos até possuíam um carburador para cada cilindro do motor.

Na injeção eletrônica também possuiu essa fase, por isso, vamos definir os tipos de injeção existentes, os modos de injeção e configuração:

Injeção Monoponto: Caracterizada por possuir somente 1 injetor para todos os cilindros do motor.

Injeção Multiponto: Caracterizada por possuir 1 injetor para cada cilindro do motor.

E dentro da injeção multiponto, ainda temos 3 modos de injeção e 2 configurações de injeção que entenderemos melhor mais para frente:

Modos:

Sequencial, semi- sequencial e simultânea .

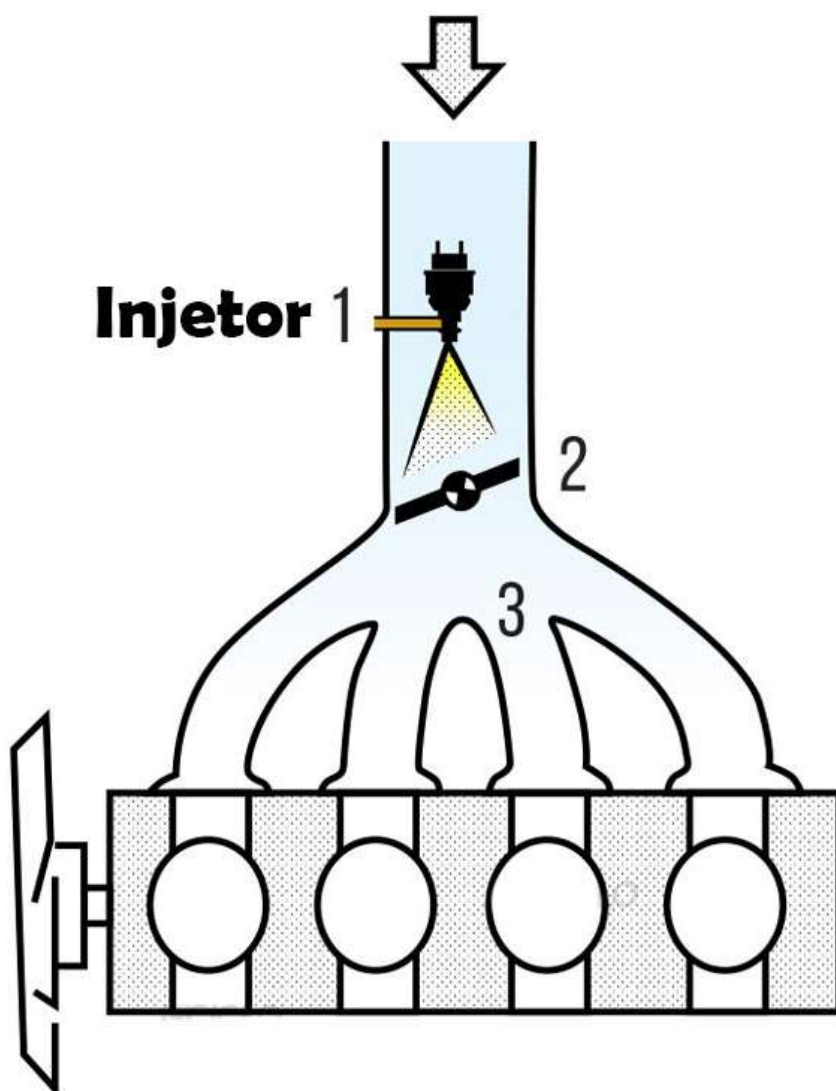
Configurações:

Injeção Direta e Injeção Indireta.

Esses modos de injeção determinam como os eletro injetores são atuados e entenderemos melhor cada um deles nos próximos capítulos.

Vejamos agora o sistema de injeção Monoponto:

Injeção Monoponto



A injeção monoponto, como o nome já diz:

Mono: Somente um.

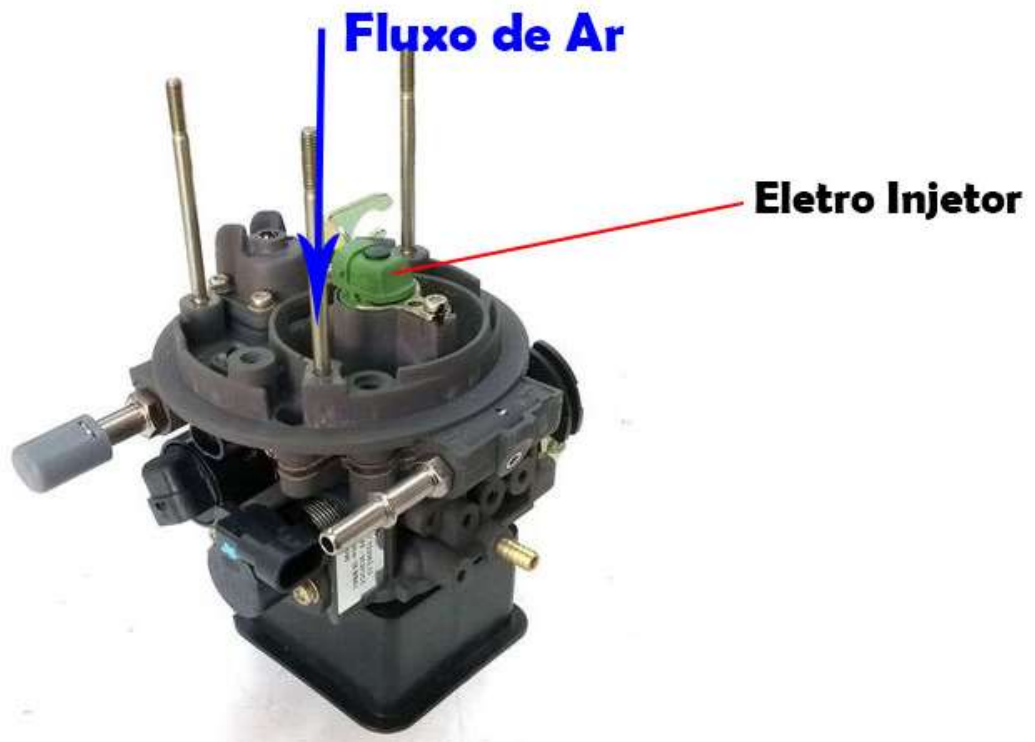
Ponto: Quantidade de pontos.

Monoponto: Somente um ponto, no nosso caso, somente **um injetor**, essa injeção é caracterizada por ter somente um injetor para todos os cilindros do motor e é instalado acima da borboleta de aceleração.

O eletro injetor injeta combustível em todas as fases de aspiração do motor e é aspirada a mistura Ar/Combustível pelo cilindro em admissão correspondente.

É um sistema ultrapassado e faz bastante tempo que não é mais utilizado, porém, é necessário conhecer sua existência, outra característica é que este sistema trabalha com uma vazão de injetor maior e pressão de combustível menor, que veremos mais à frente.

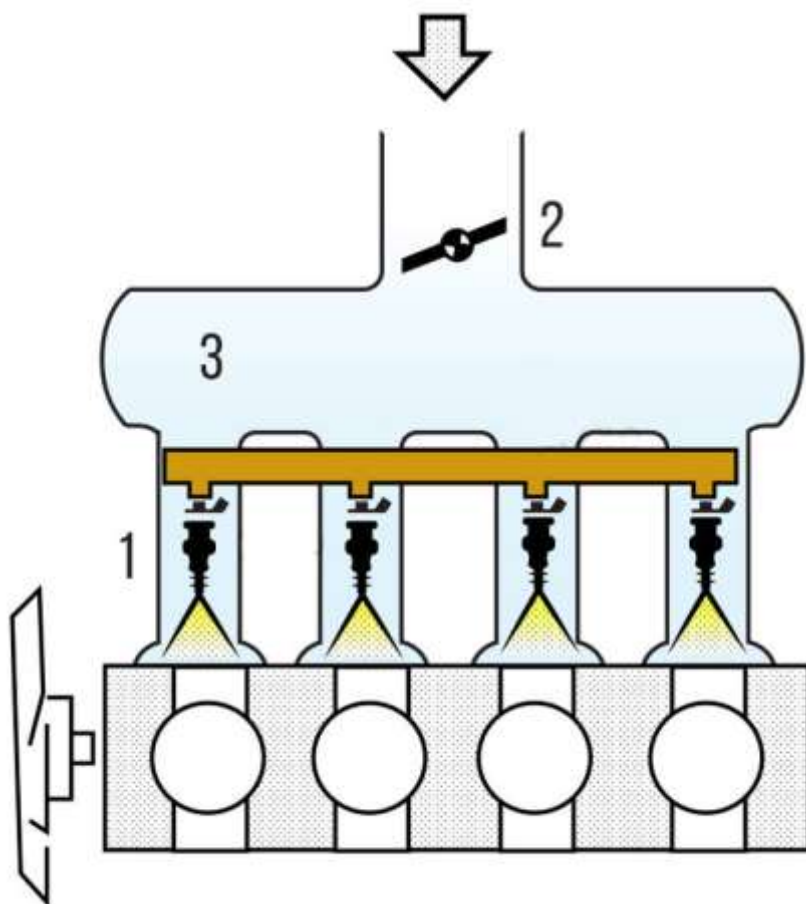
Ao ver um sistema monoponto no veículo é possível notar a similaridade entre um carburador, pois sua aparência física é semelhante, mas as semelhanças param por aí.



Acima, uma TBI (corpo de borboleta) com um injetor monoponto instalado acima da borboleta. Por questões de eficiência e exigências na redução de poluentes este tipo de injeção foi solicitado a modificação em 1997 para o sistema multiponto, embora algumas montadoras chegaram a ultrapassar este ano.

Após este ano começaram os sistemas multipontos que são utilizados até hoje e veremos as principais diferenças em...

Injeção Multiponto



A injeção multiponto, como o nome já diz:

Multi: Vários.

Ponto: Quantidade de pontos.

Multiponto: Vários pontos, no nosso caso, diversos injetores, mais precisamente **um injetor para cada cilindro do motor**, estes injetores têm a característica de serem instalados mais próximos ao cabeçote para melhor pulverização do combustível.

A principal diferença entre o monoponto e o multiponto, além claro, do número de injetores é a eficiência, pois, além de ficar mais próximo do cabeçote e estar instalado individualmente no duto do cilindro ele também possui a característica de trabalhar com uma pressão de combustível maior, o que gera uma melhor atomização do combustível, não se preocupe com este termo agora, entendera ele mais à frente.

Outra vantagem no sistema multiponto é que como a injeção de combustível ocorre próximo as válvulas de admissão, isso significa que no coletor de admissão só passa ar, o que possibilita o aumento no seu diâmetro favorecendo o maior preenchimento dos cilindros, isso resulta numa melhora significativa de potência e eficiência.

E não para por aí, o fato de passar somente ar pelo coletor de admissão também faz com que se evite a condensação de combustível nas paredes frias do coletor, com isso melhora-se a mistura e a combustão.

No sistema multiponto há possibilidade de se utilizar o coletor de admissão de plástico, devido não ter contato prolongado com o combustível. A vantagem do coletor de plástico em relação ao de liga de alumínio é:

- Menor resistência do ar, devido sua superfície ser extremamente lisa, sem rugosidades;
- Menor peso;
- Menor custo de fabricação.



Acima, uma rampa de injetores, que pode ser conhecida também como flauta dos injetores, é o suporte dos eletro-injetores, recebe o combustível no interior dela e distribui para os injetores realizarem a injeção de combustível.



Ao lado um coletor de admissão de plástico que é mais comum de encontrar no dia a dia, existem motores que ainda utilizam coletores de alumínio, porém o número é muito menor comparado aos de plástico. Agora que já definimos a diferença entre Monoponto e Multiponto, veremos os modos e configurações de Injeção em....

Modos de Injeção

Podemos definir o modo de injeção de basicamente 3 formas:

Sequencial;

Semi sequencial ou Banco a Banco;

Simultâneo ou FullGroup.

Podemos também nos dias de hoje, definir que o modo de injeção é o tipo também, pois não existe uma injeção semi sequencial muito menos sequencial monoponto. Dessa forma podemos considerar o modo como o tipo e vice versa.

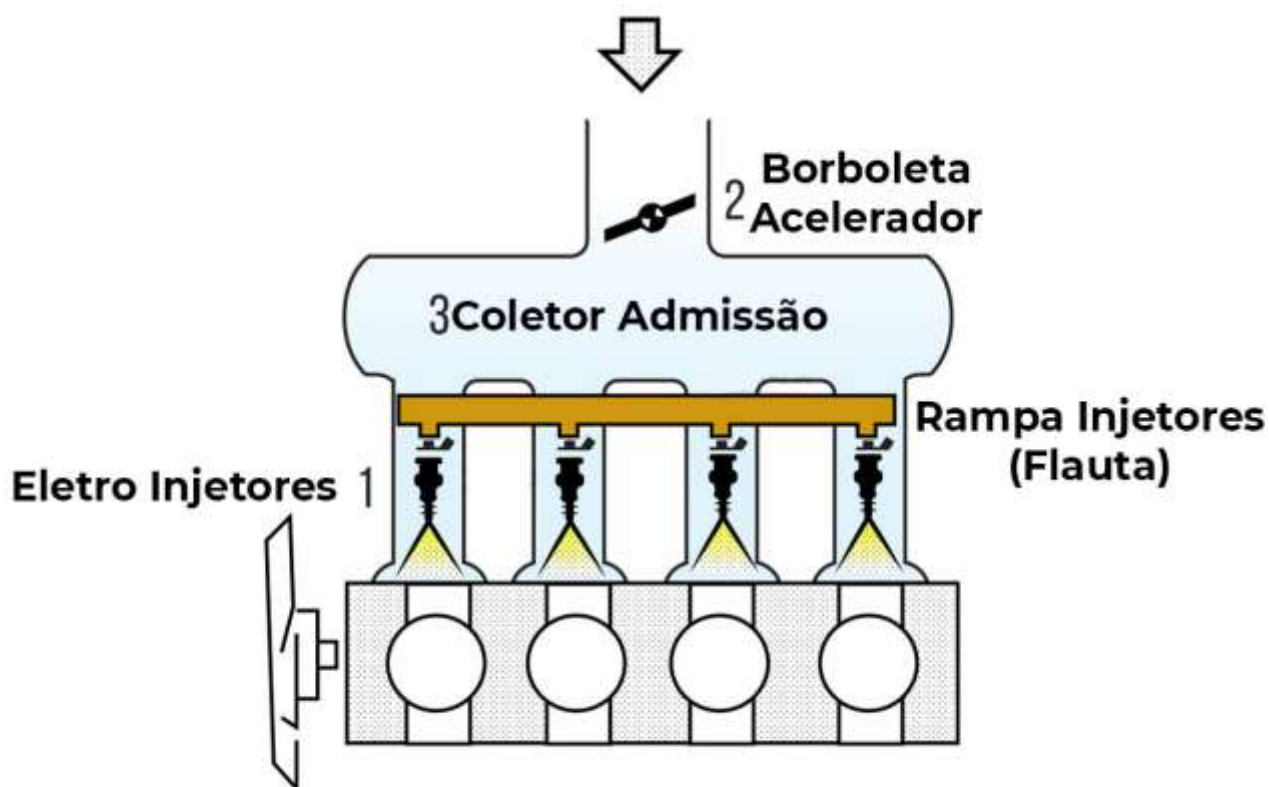
O modo de injeção é a estratégia que a central de injeção eletrônica utiliza para injetar combustível nos cilindros, cada sistema tem suas peculiaridades e características e também é uma evolução, os primeiros sistemas eram de uma forma, depois foi aprimorando até chegarmos no que é hoje.

Veremos o primeiro sistema que é o Simultâneo em....

Injeção Simultânea

O modo de injeção simultânea é o mais comum e o primeiro modo de injeção que existiu.

É o modo mais simples e já foi ultrapassado a muito tempo por questões que você já deve saber nesta altura do livro... Eficiência e Emissão de poluentes.



Os eletro injetores são instalados na rampa de injetores e no coletor de admissão, próximo ao cabeçote.

Neste modo de injeção a unidade de comando aciona todos eletro injetores ao mesmo tempo, sendo que apenas um cilindro irá admitir imediatamente e os demais entram em modo de espera, pois, as válvulas de admissão ainda estarão fechadas, mas o combustível que é injetado fica “sobre a válvula” aguardando o momento de entrar na câmara.

Vamos ver um exemplo de injeção em um motor de 4 cilindros cuja ordem de ignição seja 1-3-4-2:

Virabrequim	Cilindro 1	Cilindro 2	Cilindro 3	Cilindro 4	Comando
0 – 180 °	COMBUSTÃO	ESCAPE	COMPRESSÃO	ADMISSÃO	0 – 90°
180 – 360 °	ESCAPE	ADMISSÃO	COMBUSTÃO	COMPRESSÃO	90 – 180°
360 – 540 °	ADMISSÃO	COMPRESSÃO	ESCAPE	COMBUSTÃO	180 – 270°
540 – 720 °	COMPRESSÃO	COMBUSTÃO	ADMISSÃO	ESCAPE	270 – 360°

Neste caso, vamos simular como seria as injeções de combustível baseado nesta tabela:

Virabrequim	Cilindro 1	Cilindro 2	Cilindro 3	Cilindro 4	Comando
0 – 180 °	*	**	*	(**)	0 – 90°
180 – 360 °	*	(**)	*		90 – 180°
360 – 540 °	(**)	*	**	*	180 – 270°
540 – 720 °		*	(**)	*	270 – 360°
720 – 900 °					360 – 450°
900 – 1080 °					450 – 540°

Os * em VERMELHO significam uma injetada nova, do ciclo atual.

Os * em VERDE significam uma injetada que ficou em espera, da injetada anterior.

Os ** em parênteses (**) significam que o cilindro admitiu a mistura.

Vamos linha por linha para compreender melhor:

Virabrequim	Cilindro 1	Cilindro 2	Cilindro 3	Cilindro 4	Comando
0 – 180 °	*	**	*	(**)	0 – 90°
	COMBUSTÃO	ESCAPE	COMPRESSÃO	ADMISSÃO	
HÁ UMA INJEÇÃO EM TODOS OS CILINDROS NO CICLO	Injetou 1x e vai entrar em espera	Injetou 1x e já tinha uma injetada em espera do ciclo anterior	Injetou 1x e vai entrar em espera	Injetou 1x, já tinha uma injetada em espera do ciclo anterior e o cilindro admite as duas injetadas	

Nota que deve ser levada em consideração é que a injetada em 0° é quando o motor já está em funcionamento e passou de 720° para 0°. Na primeira partida só é injetado a partir de 360°.

Vamos ao próximo ciclo:

Virabrequim	Cilindro 1	Cilindro 2	Cilindro 3	Cilindro 4	Comando
	*	(**)	*		90 – 180°
180 – 360 °	ESCAPE	ADMISSÃO	COMBUSTÃO	COMPRESSÃO	
NÃO HÁ INJEÇÃO NESTE CICLO	Injetou 1x no ciclo passado está em espera.	Injetou 1x e já tinha uma injetada em espera no ciclo anterior. Neste ciclo o Cilindro Admite a mistura	Injetou 1x no ciclo passado está em espera.	O cilindro admitiu a mistura no ciclo passado, aguardando novo ciclo. No final deste ciclo é injetado em 360°(verá na tabela abaixo)	

Virabrequim	Cilindro 1	Cilindro 2	Cilindro 3	Cilindro 4	Comando
	(**)	*	**	*	180 – 270°
360 – 540 °	ADMISSÃO	COMPRESSÃO	ESCAPE	COMBUSTÃO	
HÁ UMA INJEÇÃO EM TODOS OS CILINDROS NO CICLO	Havia uma injetada em espera, injetou uma neste ciclo e admitiu.	Injetou 1x neste ciclo e vai entrar em espera.	Havia uma injetada em espera e injetou uma neste ciclo, vai ficar em espera.	Injetou 1x neste ciclo e vai entrar em espera.	

Virabrequim	Cilindro 1	Cilindro 2	Cilindro 3	Cilindro 4	Comando
		*	(**)	*	270 – 360°
540 – 720 °	ESCAPE	ADMISSÃO	COMBUSTÃO	COMPRESSÃO	
NÃO HÁ INJEÇÃO NESTE CICLO	Admitiu no ciclo passado e vai injetar no final deste ciclo nos 720° passando a 0°.	Injetou 1x no ciclo passado está em espera.	Havia 2 injetadas em espera e neste ciclo admitiu.	Havia uma injetada em espera e vai aguardar o próximo ciclo.	

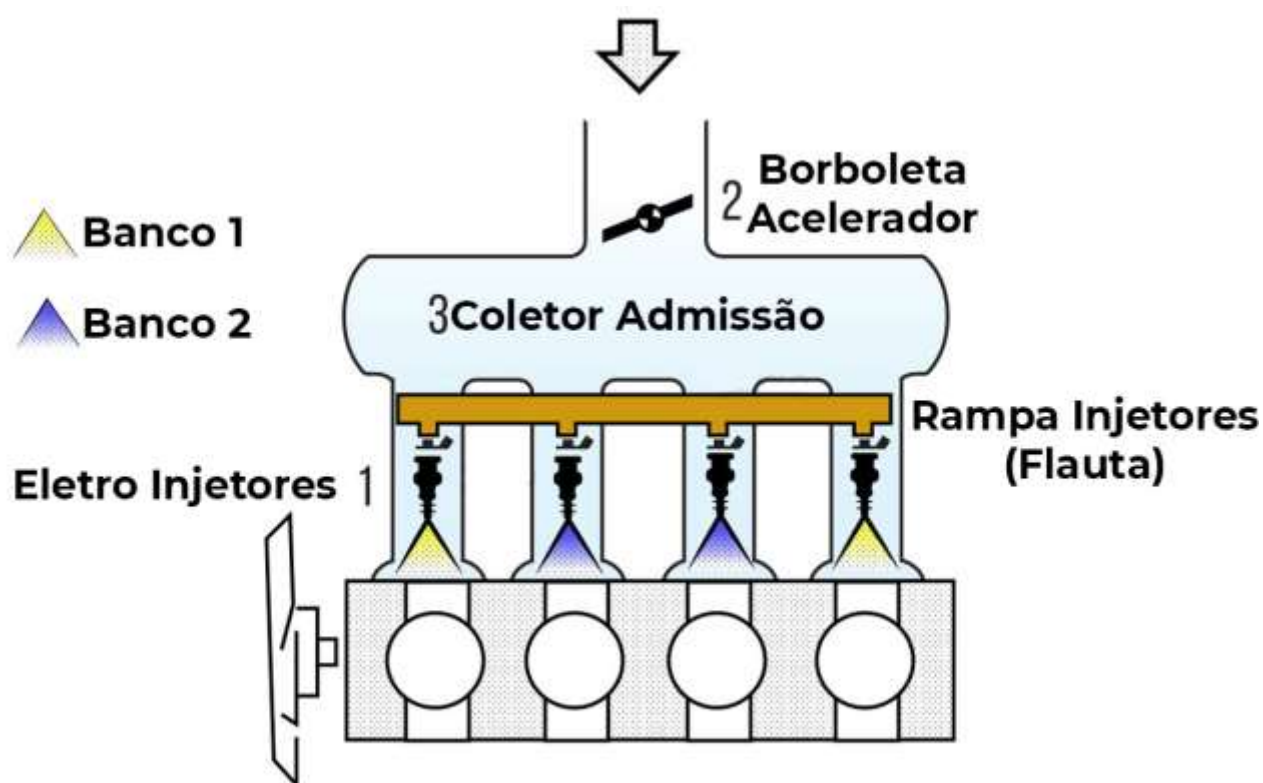
Acredito que tenha ficado bem claro o funcionamento dos injetores do modo simultâneo. Alguns modelos de injeção podem fazer injeção de 180° em 180° na fase de aquecimento, o importante é entender que todos os injetores trabalham juntos.

Semi Sequencial

O modo de injeção semi sequencial funciona de maneira diferente, ao invés de acionar todos eletro injetores o sistema semi sequencial também conhecido como banco a banco, injeta realmente deste jeito:

Banco a Banco, ou seja, com os cilindros “gêmeos” no caso do motor a combustão de 4 cilindros com ordem de ignição de 1-3-4-2 como vimos anteriormente, nós possuímos os cilindros gêmeos : 1 e 4 , 2 e 3. Ou seja nesses cilindros, os pistões trabalham mecanicamente juntos, PMS ao mesmo instante e PMI também.

Desta forma o modo semi sequencial injeta em um banco (1 e 4) e depois no outro banco (2 e 3), desta forma ao invés de 3 cilindros ficarem com o combustível em espera fica apenas 1.



Neste modo de injeção a injeção de combustível é feito banco a banco a cada 180°:

Banco 1 = Cilindro 1 e 4 (injeção em amarelo)

Banco 2 = Cilindro 2 e 3 (Injeção em azul)

Vejamos na tabela para ficar mais fácil a compreensão:

Virabrequim	Cilindro 1	Cilindro 2	Cilindro 3	Cilindro 4	Comando
0 – 180 °	COMBUSTÃO	ESCAPE	COMPRESSÃO	ADMISSÃO	0 – 90°
180 – 360 °	ESCAPE	ADMISSÃO	COMBUSTÃO	COMPRESSÃO	90 – 180°
360 – 540 °	ADMISSÃO	COMPRESSÃO	ESCAPE	COMBUSTÃO	180 – 270°
540 – 720 °	COMPRESSÃO	COMBUSTÃO	ADMISSÃO	ESCAPE	270 – 360°

Neste caso, vamos simular como seria as injeções de combustível baseado nesta tabela:

Virabrequim	Cilindro 1	Cilindro 2	Cilindro 3	Cilindro 4	Comando
0 – 180 °	*	*		(**)	0 – 90°
180 – 360 °	*	(**)	*		90 – 180°
360 – 540 °	(**)		*	*	180 – 270°
540 – 720 °		*	(**)	*	270 – 360°
720 – 900 °					360 – 450°
900 – 1080 °					450 – 540°

Os * em VERMELHO significam uma injetada nova, do ciclo atual.

Os * em VERDE significam uma injetada que ficou em espera, da injetada anterior.

Os ** em parênteses (**) significam que o cilindro admitiu a mistura.

Desta forma todos os cilindros admitem 2 injetadas, com a diferença de eficiência pois a injeção fica em espera somente em um cilindro.

Hoje esse método também não é mais utilizado, porém, foi muito utilizado e você provavelmente trabalhará bastante ainda com esse modo de injeção.

Outra característica deste sistema é que ele também se aplica a ignição, sendo o disparo da centelha do mesmo modo, ou seja, banco a banco.

Veremos isso mais a frente e o nome é Centelha perdida, pois é disparada a centelha nos dois cilindros gêmeos e somente um deles está em combustão.

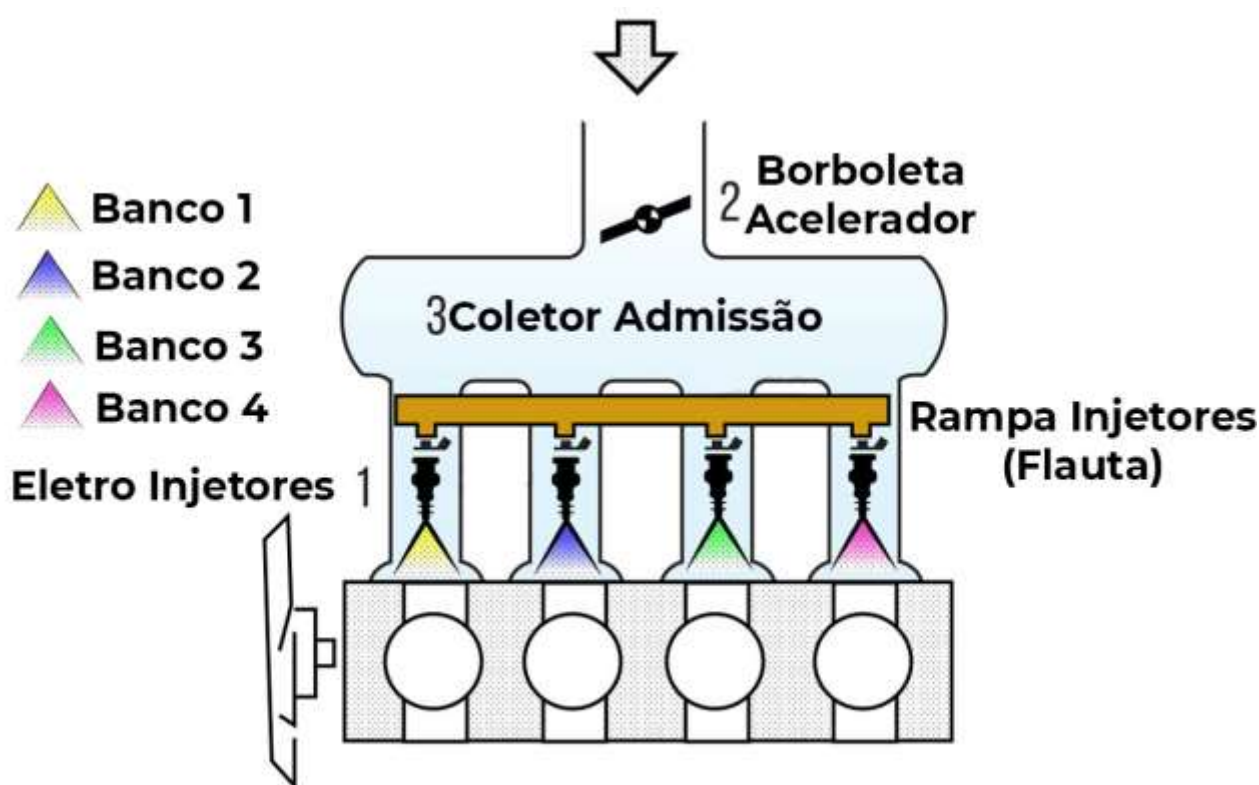
O próximo modo de injeção veremos em...

Sequencial

O modo de injeção sequencial é o que temos de mais moderno atualmente, e funciona de forma sequencial e individual por cilindro.

As injeções são realizadas na ordem de ignição do motor e tem vantagem de não ficar combustível em espera, é injetado somente no cilindro em admissão.

Para este modo sequencial é necessário a central do motor saber a posição exata do virabrequim e também saber em qual fase está cada cilindro, para isso é necessário um sensor no comando de válvulas também, veremos isso mais para frente.



Neste modo então, temos 4 bancos de injeção com controle totalmente individual, em alguns sistemas de injeção a central consegue até calcular a quantidade de combustível para cada cilindro em função de desgaste e rendimento individual.

Existem sistemas sequenciais de injeção que não necessariamente possuem a ignição sequencial também, há muitos veículos que possuem sistema de injeção sequencial e ignição semi sequencial, então vale o alerta.

Vejamos na tabela para ficar mais fácil a compreensão:

Virabrequim	Cilindro 1	Cilindro 2	Cilindro 3	Cilindro 4	Comando
0 – 180 °	COMBUSTÃO	ESCAPE	COMPRESSÃO	ADMISSÃO	0 – 90°
180 – 360 °	ESCAPE	ADMISSÃO	COMBUSTÃO	COMPRESSÃO	90 – 180°
360 – 540 °	ADMISSÃO	COMPRESSÃO	ESCAPE	COMBUSTÃO	180 – 270°
540 – 720 °	COMPRESSÃO	COMBUSTÃO	ADMISSÃO	ESCAPE	270 – 360°

Neste caso, vamos simular como seria as injeções de combustível baseado nesta tabela:

Virabrequim	Cilindro 1	Cilindro 2	Cilindro 3	Cilindro 4	Comando
0 – 180 °				(*)	0 – 90°
180 – 360 °		(*)			90 – 180°
360 – 540 °	(*)				180 – 270°
540 – 720 °			(*)		270 – 360°
720 – 900 °					360 – 450°
900 – 1080 °					450 – 540°

Além disso, os sistemas de comando sequencial, podem em função da própria estratégia comandarem os eletro injetores de forma defasada, ou seja, comandar a abertura do eletro injetor de forma variada a abertura da válvula de admissão em função de regime do motor para aumentar o rendimento e eficiência, isso se chama ângulo de injeção.

Este é o método mais eficiente, porém demorou mais tempo a ser implementado em todos os veículos por questão de custo de projeto. O sistema também não há perdas por condensação, já que, a cada injeção o cilindro já admite a mistura, não havendo o modo de espera.

Agora conheceremos as 2 configurações de injeção em....

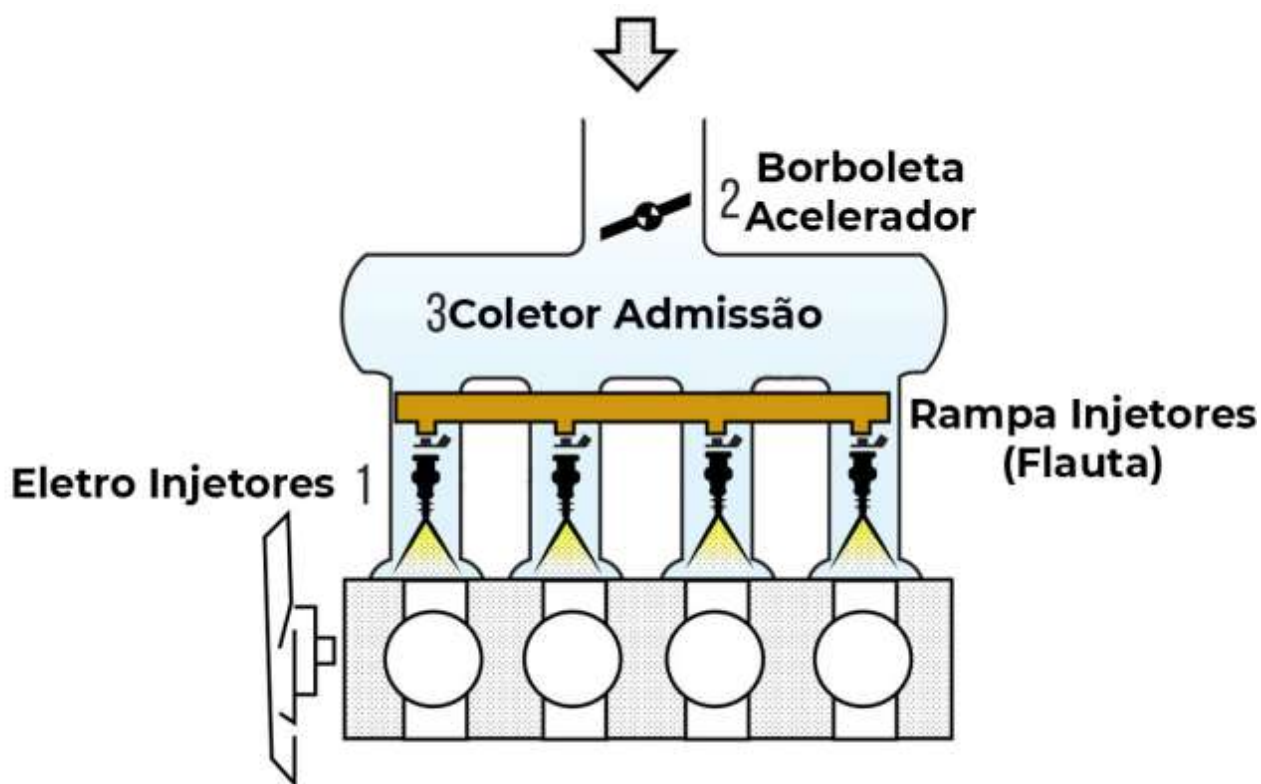
Injeção Direta e Indireta

Estas são as duas configurações de injeção, injeção direta que está crescendo cada ano mais nos veículos e injeção indireta que é utilizado desde os primórdios.

A diferença entre as duas vai muito além do nome, a principal diferença entre elas é o local onde o eletro injetor fica disposto.

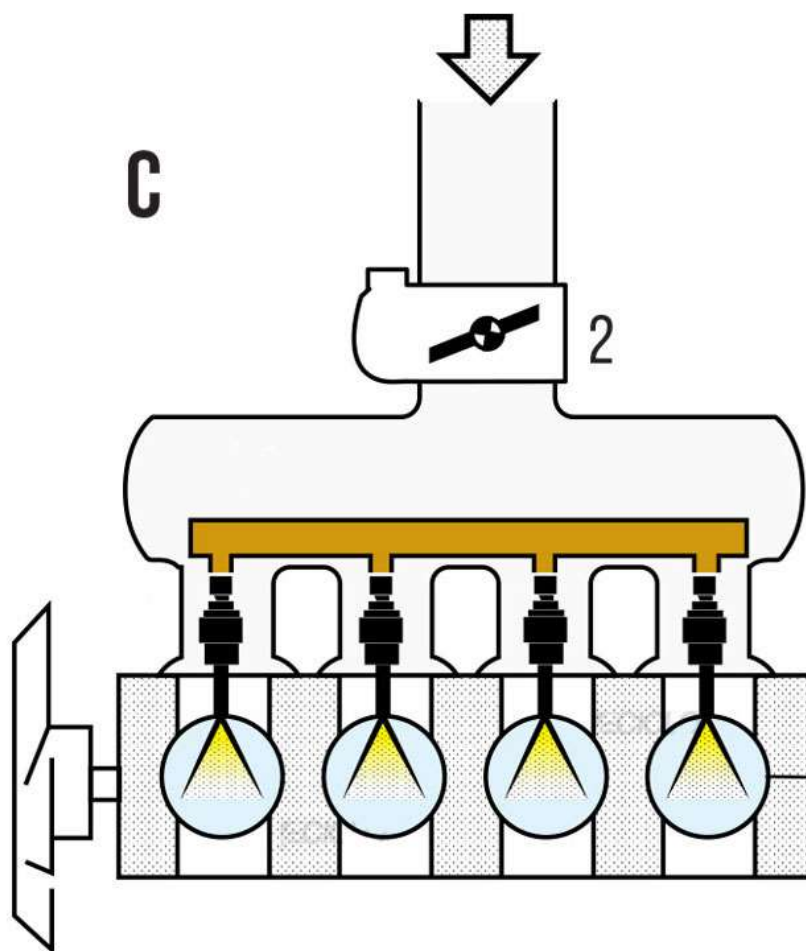
O sistema de injeção indireta o eletro injetor fica no coletor de admissão ou em alguns casos até no cabeçote, instalado antes da válvula de admissão.

Todos os sistemas que usamos de exemplo anteriormente são sistema de injeção indireta:



Neste sistema o eletro injetor injeta antes da válvula de admissão e atomiza o combustível para formar a mistura Ar/Combustível.

Agora veremos o sistema de injeção direta e é muito simples notar sua diferença.



Ao lado podemos observar um sistema de injeção direta, onde a principal característica é que o eletro injetor é instalado diretamente na câmara de combustão, após as válvulas de admissão.

Aí começa as grandes diferenças deste sistema e seu alto custo de produção.

Para este sistema de injeção direta, para começar é necessária uma

pressão de combustível muito maior para poder vencer a pressão interna do motor, isso veremos mais à frente em maiores detalhes.

As vantagens do sistema de injeção direta são diversos, vamos citar alguns:

- Atomização do combustível muito mais eficiente.
- Controle do ângulo de injeção com maior precisão.
- Redução de consumo de combustível pela alta eficiência da mistura.
- Respostas de aceleração imediatas.
- Torque maior pela configuração de injeção.

Estas são algumas características dos sistemas de injeção, modos e configurações. Agora vamos conhecer alguns sensores e atuadores que compõem esse sistema em....

Sensores

O que vimos até agora é que a central de injeção eletrônica calcula a quantidade de combustível a ser injetada, sempre procurando a relação estequiométrica. E para isso a central utiliza de vários sensores para auxiliar os cálculos de quantidade de massa de ar admitidos pelo cilindro a fim de mensurar a quantidade de combustível necessária para uma combustão adequada.

Como vimos anteriormente, cada combustível necessita uma massa de ar específica para uma mistura estequiométrica. Em bases teóricas poderíamos tabelar a quantidade de ar admitido em X condição do motor (rpm por exemplo), porém há muitas variáveis que a central de injeção precisa calcular a fim de entregar a melhor eficiência.

Por exemplo, o volume do ar admitido é diferente em função da temperatura, isto significa que, por exemplo, a 10°C uma certa quantidade de ar vai apresentar volume X. Essa mesma quantidade de ar a 45°C esta quantidade de ar vai apresentar outro volume. Como consequência a quantidade de massa de ar admitida pode variar em função da temperatura, nisso já há a necessidade de mensurar a temperatura do ar admitido.



Neste capítulo vamos conhecer de forma geral os sensores que compõe a injeção eletrônica, suas funções e posteriormente vamos ver sensor por sensor de uma forma mais específica. Desta forma vamos estar mais alinhados com os sensores para compreender melhor como a central faz o cálculo de injeção e isso é importante para entender como fazer um diagnóstico, entender a lógica de raciocínio.

Agora vamos conhecer de forma geral alguns dos sensores..

Sensor de temperatura do motor

Este sensor é conhecido como ECT:



E: Engine .
C: Coolant .
T: Temperature .

Engine Coolant Temperature sensor, em português: Sensor de temperatura do refrigerante do motor. Acima um sensor de temperatura do motor, um bem simples, o sensor de temperatura do motor é instalado no sistema de arrefecimento do motor e informa a central de injeção eletrônica a temperatura do líquido de arrefecimento a central de injeção do motor, a temperatura do motor influencia diretamente nos mapas de injeção e ignição devido a massa de ar admitida.

Sensor de temperatura do ar

Este sensor é conhecido como IAT:



I: Intake
A: Air
T: Temperature

Intake air temperature sensor, em português: Sensor de temperatura do ar Admitido.

Acima um sensor de temperatura de ar, bem simples, este sensor tem a função de informar a central de injeção eletrônica a temperatura do ar admitido, este sensor vai instalado geralmente no coletor de admissão ou na mangueira de admissão, este sensor é muito importante pois a temperatura do ar influencia diretamente na massa de ar admitida, isso influencia na quantidade de combustível necessária e no ângulo de ignição

Sensor de posição da borboleta

Este sensor é muito conhecido como TPS:



T: Throttle .
P: Position .
S: Sensor .

Throttle Position Sensor, em português :
Sensor de posição da borboleta.

Este é o sensor responsável por informar a central de injeção eletrônica a posição exata da posição da borboleta de acelerador. Ele geralmente vai instalado no corpo de borboleta diretamente no eixo da borboleta. Em alguns casos o sensor pode estar instalado em outra parte do sistema. Este sensor influencia muito na mistura também. A central utiliza a leitura deste sensor para calcular a estratégia de aceleração rápida.

Sensor de pressão do coletor

Este sensor é muito conhecido como

MAP:



M: Manifold .
A: Absolute .
P: Pressure .

Manifold Absolute Pressure Sensor, em português : Sensor de pressão absoluta. Este é um dos sensores mais importantes, ele vai instalado no coletor de admissão e informa para a central de injeção eletrônica a pressão absoluta do coletor, com base nessa informação e na temperatura do ar admitido a central consegue calcular a quantidade de massa de ar admitido e realizar os cálculos de injeção de combustível. Em muitos veículos o sensor MAP possui junto agregado o sensor de temperatura do ar, os principais mapas de injeção são baseados na pressão do coletor de admissão.

Sensor de rotação / PMS



Este sensor é muito conhecido como CKP:

CK: Crankshaft .

P: Position .

Sensor .

Crankshaft Position Sensor, em português : Sensor de posição do virabrequim.

Também conhecido como sensor de rotação, este é o sensor responsável por informar a central de injeção eletrônica a posição exata do virabrequim e informar também o PMS como consequência, o sensor de rotação vai instalado em uma roda dentada (roda fônica) que é instalada no virabrequim, então esses dentes são convertidos em sinal elétrico e interpretados pela UCE fornecendo a rotação do motor em tempo real e a posição do pistão, para cálculos de injeção e ignição.

Sensor de sincronismo / Fase

Este sensor é muito conhecido como CMP:



CM: Camshaft .

P: Position .

Sensor .

Camshaft Position Sensor, em português : Sensor de posição do comando de válvulas.

Também conhecido como sensor de fase, é o sensor responsável por informar a posição ou fase de admissão no comando de válvulas para que a central possa identificar o tempo de cada cilindro e realizar a injeção e/ou ignição no cilindro específico.

Sensor de oxigênio (O₂) / Sonda Lambda

Este sensor é muito conhecido como O2

Sensor:

O2: Oxygen .

S: Sensor .



Oxygen Sensor, em português :

Sensor de oxigênio

Este é o sensor responsável por informar a central de injeção eletrônica a quantidade de oxigênio presente nos gases de escape, através deste sensor e desta leitura a UCE consegue mensurar se está faltando combustível ou sobrando combustível na mistura e ajustar o próximo ciclo de injeção para reparar esta diferença.

Sensor de detonação

Este sensor é muito conhecido como KS:

K: Knock .

S: Sensor .



Knock Sensor, em português : Sensor de batida (Detonação).

O Sensor de detonação é responsável por captar possíveis “batidas” no motor, provenientes de pré ignição, por exemplo, e informar a central de injeção eletrônica para que tome as medidas cabíveis a fim de proteger a vida útil do motor.

Atuadores

Agora que já vimos de uma forma geral alguns dos sensores que compõe o sistema de injeção eletrônica, vamos ver o outro lado da moeda, os atuadores. Como já vimos anteriormente os sensores fazem o mapeamento do terreno e os atuadores agem no campo. Existem diversos tipos de atuadores, veremos a maioria deles aqui neste livro, porém, por hora focaremos nos “universais” ou seja, que todos os veículos da atualidade possuem.

Estes atuadores desenvolvem um papel fundamental no sistema de injeção eletrônica e podem apresentar defeito tão facilmente, se não mais, que a parte de sensores, pois, querendo ou não, são os atuadores que estão na linha de frente.



Neste capítulo vamos conhecer de forma geral os atuadores que compõe a injeção eletrônica, suas funções e posteriormente vamos ver atuador por atuador de uma forma mais específica. Desta forma vamos estar mais alinhados com os sensores e atuadores para compreender melhor como a central faz o cálculo de injeção e aplica na prática essas correções e cálculos. Isso é importante para entender como fazer um diagnóstico, entender a lógica de raciocínio.

Muita gente confunde atuador com sensor, por exemplo:

“Sensor da lenta”

É importante entender e definir a diferença, um sensor é literalmente um transdutor que converte movimentos mecânicos em sinal elétrico. Um atuador é justamente o contrário, converte pulsos elétricos em movimentos mecânicos, geralmente.

Agora vamos conhecer de forma geral alguns dos atuadores..

Bomba de combustível



Este é um dos atuadores mais conhecidos do sistema de injeção eletrônica.

A bomba de combustível é a responsável por fornecer vazão de combustível para o sistema de injeção eletrônica.

Eletro injetor de combustível



Este também é um dos atuadores mais conhecidos do sistema de injeção eletrônica.

O Eletro injetor ou bico injetor é responsável por “pulverizar” combustível para formar a mistura ar/combustível responsável por alimentar o motor a combustão interna.

Bobina de ignição



Este é um dos atuadores fundamentais e faz parte do sistema mais complexo de diagnóstico que é o sistema de ignição.

A bobina de ignição é o atuador responsável por transformar a baixa tensão da bateria (12,6V) em tensões superiores à 25KV dependendo o veículo. (É o principal componente no fornecimento de calor “centelha” para a mistura.

Válvula de purga canister



Este é um atuador que é responsável por controlar a passagem de vapores de combustível provenientes do respiro do tanque e do reservatório de partida a frio.

É utilizada em diversas situações para direcionar o fluxo desses vapores enriquecendo a mistura de ar/ combustível do motor, diminuindo poluentes como consequência.

Relé de potência/geral



Muitos sistemas de injeção eletrônica possuem um relé de potência que é acionado diretamente pela central, isso sem contar que, diversos sistemas controlam diversos relés que podem armar as mais variadas situações, como por exemplo: Eletro ventilador, Alimentação bicos e bomba, alimentação geral etc.

Atuador de Marcha Lenta



Muitos sistemas de injeção eletrônica possuem um atuador de marcha lenta, que como o nome já diz serve para regular a marcha lenta do veículo, é um atuador que de alguma forma controla a passagem de ar entre a TBI e o coletor de admissão na fase de marcha lenta, este atuador foi substituído com o tempo pelo Corpo de Borboleta eletrônico.

Auto Adaptação

A UCE do motor trabalha com um recurso que chamamos de auto adaptação, é fato de que o motor, os sensores, os atuadores, o ambiente e até mesmo o condutor se modificam, as peças criam desgastes, o combustível é alterado entre outros fatores de mudanças.

E se, a central de injeção eletrônica fosse travada, teríamos diversos problemas sempre, por isso, a UCE é auto adaptativa, ela se adapta com os desgastes de sensores, se adapta com desgaste de atuadores (principalmente) e se adapta também com ambiente e desgastes do motor.

Uma das adaptações, por exemplo, é o combustível utilizado, se utiliza álcool ou gasolina ou até mesmo os dois misturados e em qual proporção. As UCES mais modernas se adaptam até a forma de condução do veículo, desgastes de peças individuais etc.

As vezes quando substituímos alguma peça é necessário resetar estes parâmetros auto adaptativos da UCE e isso é feito através de um Scanner.

O Scanner além de fazer esse reset, também, consegue efetuar leituras de erros gerados no sistema que chamamos de DTC (Diagnostic trouble code (Código de diagnóstico de problemas)). Consegue realizar leitura de sensores, atuadores, além de acesso a leitura de estratégias e funções especiais.

Toda vez que a UCE detecta uma falha no sistema, seja por falha elétrica ou falha de mau funcionamento, a UCE vai gerar um DTC que pode ser acessado via scanner.

Scanner

Scanner é o nome dado ao equipamento que tem a capacidade de se comunicar com a central de injeção eletrônica e amigavelmente comunicar-se com o reparador.

O scanner automotivo é capaz de comunicar-se com a UCE através das linhas de comunicação da UCE, para que isso aconteça é necessário conectar o scanner no conector de diagnóstico do veículo, que, dependendo de veículo para veículo pode variar o local.

Existem diversos fabricantes de scanners, como por exemplo:

- Napro;
- Launch;
- Autel;
- Raven;
- Alfatest;
- Pdl;
- ETC.

O scanner forma essa interface amigável entre UCE e reparador, com ele somos capazes de acessar sistemas, realizar medições em tempo real com o motor funcionando, realizar funções especiais etc.

Como veremos nos módulos seguintes, os sensores tudo informam um sinal analógico, isso é, em tensão elétrica, geralmente. Esta tensão elétrica é informada para UCE e então processada, o scanner nos possibilita conversar com a UCE e entender o que ela está entendendo daquela situação, o que, é muito útil.

Tomada de diagnóstico

A tomada de diagnóstico ou conector do scanner é a tomada, literalmente, onde conectamos o scanner para realizar a leitura do veículo, antigamente, cada montadora possuía seu próprio conector, o que tornava os scanners mais caros e com mais acessórios, por exemplo, a fiat utilizava um conector com 3 vias, porém, tinha veículos com 38, 12, 10

Com o passar do tempo isso foi sendo regularizado, até que, o conector de diagnostico foi modificado e universalizado .

O padrão deste conector que foi universalizado é OBD II.



Após a implantação deste conector OBD2 ficou muito mais fácil, pois, um cabo apenas consegue conectar em 100% dos veículos, desde que o veículo possua suporte para o scanner. Agora, a localização do conector depende de vários fatores da montadora, tem veículos que é no porta luvas, tem veículos que é no console central do veículo, tem veículo que é bem pela frente acima dos pedais, etc.

Capítulo 3 SISTEMA DE IGNIÇÃO

Neste capítulo abordaremos de uma forma geral e superficial sobre o sistema de ignição. Sua importância e seu funcionamento.

Na minha humilde opinião, um dos sistemas de mais fácil compreensão, porém de maior complexibilidade de diagnóstico.

Introdução

O sistema de ignição é responsável por fornecer a fonte de calor para desencadear a combustão de um motor. Essa fonte de calor é gerada através de uma centelha que é formada na vela de ignição dentro da câmara de combustão.

A ignição é um dos pilares do triangulo do fogo que já conhecemos anteriormente como o “Triplo C”. Este pilar é de suma importância e qualquer falha relacionada a ele é crucial para a falha do motor e maior consumo, isso por quê:

Se tivermos por exemplo: 13,2 partes de ar para uma de gasolina e apenas 6,1 parte de ar e meia parte de gasolina for queimada e o restante ir para o escapamento teremos muito ar no escapamento e essa leitura pode ocasionar uma falsa mistura pobre .

Tendo uma falsa mistura pobre, a sonda lambda indicaria isso a central do motor que prontamente estaria disponibilizando mais combustível afim de sanar essa deficiência, causando maior consumo.

Sabendo isso, voltamos a nossa fonte de calor, o sistema de ignição é responsável por gerar esta centelha que chega até a vela de ignição instalada diretamente na câmara de combustão que fica em contato com a mistura ar/combustível em compressão.



Para que essa centelha chegue até a vela, existe alguns componentes que possibilitam este feito.

- Bobina de ignição
- Cabo de vela (Se houver)
- Vela de ignição

A primeira coisa que precisamos compreender é como é gerado essa centelha e por que ocorre o efeito.

Todo material possui uma certa resistência a tensão elétrica, como sabemos, um fio tem resistência, baixíssima resistência, mas possui. Uma borracha podemos até considerar como isolante, de tão alta que é a resistência. Mas existe um outro fator que chamamos de Tensão de ruptura dielétrica.

O ar apesar de ser um material isolante, a partir de uma certa tensão, ocorre a ruptura dielétrica e o ar se torna um condutor. Algo em torno de 3KV para cada 1mm* de ar, por esse motivo necessitamos de uma alta tensão para gerar a centelha no interior do cilindro.

Em média uma vela possui um espaço vago de até 1mm, algumas mais, outras menos, mas vamos considerar essa média de 1mm, sabendo disso, teoricamente precisaríamos 3KV para gerar esta centelha na vela dentro da câmara de combustão, mas aí se encontra outro detalhe, a ignição é gerada com o cilindro em compressão, muito próximo ao tempo de combustão, com isso a pressão interna do cilindro é muito maior, praticamente multiplicado pela taxa de compressão.

Pegamos por exemplo um motor com taxa de compressão de 10:1, isso significa que teremos 10 partes de ar no espaço de uma só. Teoricamente sem muitos cálculos, apenas para fim de entendimento, é necessário que nossa tensão seja multiplicada em 10x para conseguir atravessar o ar nessas condições. 30KV são necessários nesta situação, então, o sistema de ignição é capaz de transformar tensões baixas, de 12,6V por exemplo em até 30, 40, 50 KV para vencer a dielétrica do ar/combustível dentro do cilindro neste exato momento.

Por isso o sistema de ignição é bem complexo e sensível, necessitando uma devida atenção especial.

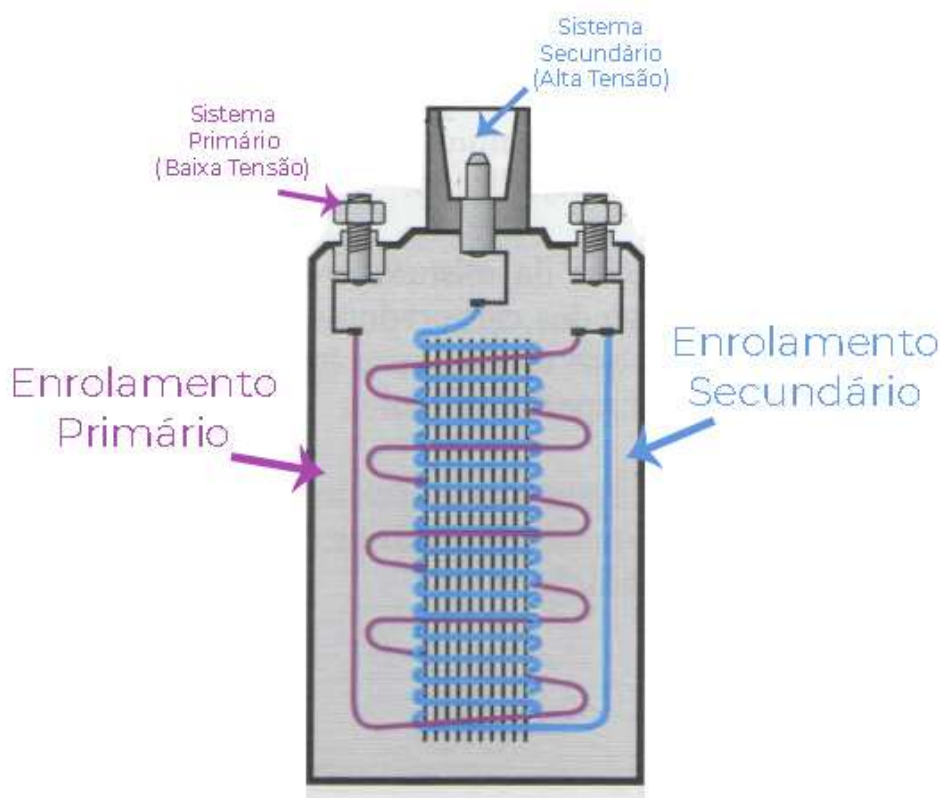
Bobina de Ignição

A bobina funciona como um elevador de tensão neste circuito, ela é o componente que, através de princípios eletromagnéticos, é capaz de multiplicar na casa de milhares de vezes a tensão da bateria para que o sistema seja capaz de fornecer a fonte de calor (centelha) dentro da câmara de combustão.

A bobina basicamente possui dois circuitos, o primário (circuito de baixa tensão) e o secundário (circuito de alta tensão). Os dois circuitos são compostos por uma série de enrolamentos em um mesmo núcleo de ferro (como um transformador residencial). O sistema primário possui um número reduzido de espiras e o secundário um número muito superior.

Como a lei da natureza é incontestável, existe um fato que acontece quando aumentamos essa tensão.

O sistema primário fica com baixa tensão e o sistema secundário fica com alta tensão, já a corrente elétrica acontece o inverso.

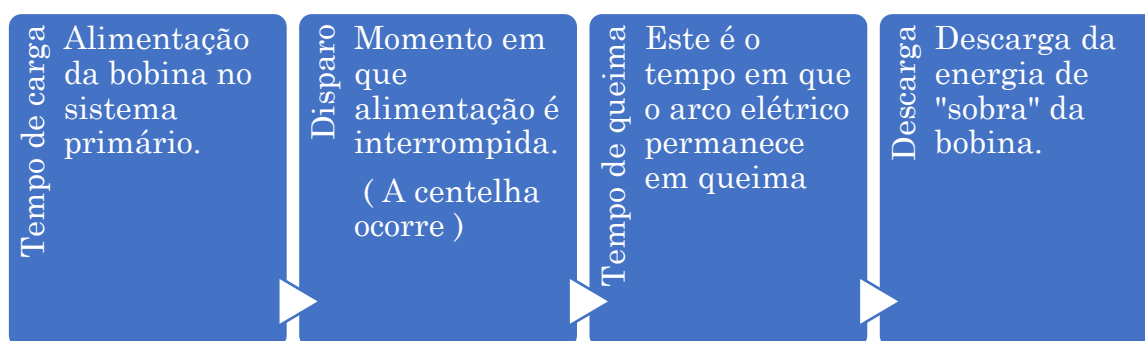


A corrente elétrica circula pela bobina do enrolamento primário produzindo um campo eletromagnético em sua volta, quanto mais tempo o enrolamento for alimentado, maior será o campo magnético gerado, com isso, maior a potência de saída também.

A bobina é alimentada diretamente pelo modulo de injeção do veículo e quando a central corta a alimentação da bobina, a energia armazenada no campo magnético tenta, a todo custo, manter a corrente circulando, sempre que desalimentamos uma bobina é gerado uma tensão “contrária” no sistema, com isso podemos ter picos de 300 volts facilmente. Por esse motivo precisamos nos atentar quanto a tensão de entrada que o osciloscópio suporta, muitos dos osciloscópios é necessário utilizar o atenuador para poder realizar medições no primário da bobina.

O tempo que a bobina permanece carregada é denominado DWELL TIME e no período de alimentação, devido as características de indutância da bobina, a corrente elétrica aumenta progressivamente durante o tempo de carga da bobina. O tempo de carga da bobina pode ser medido, tanto com multímetro (com função especial) quanto com o osciloscópio e pode ser conferido com as leituras do scanner.

Podemos dividir em 4 etapas o centelhamento:



Cabo de Ignição

Os cabos de ignição ou cabos de vela como também são conhecidos tem a função de conduzir a corrente elétrica em alta tensão que foi gerada pelo secundário da bobina de ignição até as velas de ignição que vão instaladas na câmara de combustão e que é o ponto final da centelha.

Os cabos de ignição são compostos por um núcleo condutor e um isolamento externo especial capaz de suportar altas temperaturas assim como capaz de suportar altíssima tensão elétrica proveniente da bobina de ignição.

Como todos os dispositivos de alta tensão, os cabos de ignição acabam se tornando fontes de emissão de ruído eletromagnético (EMI), este ruído pode interferir em outros sistemas eletrônicos, com aparelho de som e até mesmo algum módulo ou sistema de eletrônica embarcada, já vi veículos até pararem de funcionar a ventoinha (que é comandada pelo módulo de injeção eletrônica) por interferência no sistema de ignição.

Para contornar este problema os cabos possuem recursos de supressão de ruído, geralmente o núcleo possui resistência elétrica para limitar a corrente de ignição ou ponteiros resistivos, além disso podem ser utilizadas malhas especiais de blindagem em volta do condutor. Os cabos de vela com o passar do tempo, conduzindo essa alta tensão e sofrendo a ação do tempo e das altas temperaturas que é exposto, pode acabar apresentando uma má vedação entre a vela de ignição e o terminal isolador do cabo de vela, facilitando para que a centelha encontre um caminho mais fácil e causando uma “fuga de corrente”. Outro fator que acontece com esta ação do tempo é o aumento da resistência do cabo, tornando mais difícil para que a centelha cruze o cabo de vela, ou, limitando muito a corrente da centelha, causando uma ineficiência na combustão.



Vela de Ignição

As velas de ignição possuem duas funções, embora uma delas, muitas vezes esquecida ou despercebida:

1ª - Terminal de Alta tensão onde ocorre o Centelhamento

2ª - Dissipação de calor

Terminal de Alta tensão:

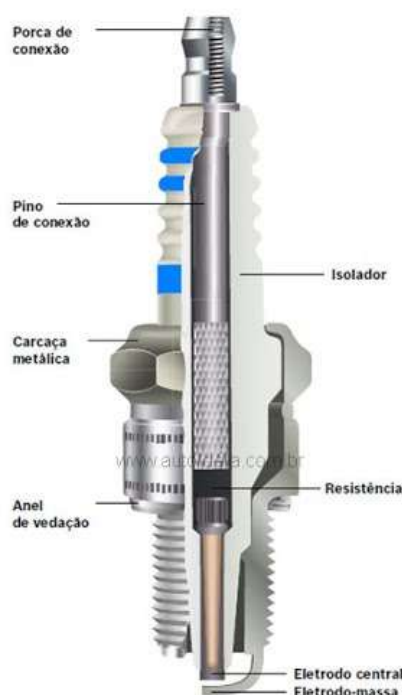
A vela de ignição vai instalada na câmara de combustão e recebe a alta tensão do cabo de vela ou da bobina (em veículos sem cabo de vela) e na outra ponta dela, dentro da câmara de combustão, ocorre o disparo da centelha, a formação do arco elétrico.

Basicamente a vela de ignição possui um núcleo feito de metais e materiais condutores, um isolamento cerâmico externo, uma resistência e um corpo metálico.

A alta tensão é recebida na parte superior da vela.

A carcaça metálica e o sextavado para apertar/soltar a vela.

Entre os eletrodos ocorre o centelhamento.



A parte externa é o isolamento cerâmico.

Internamente a resistência e externamente o anel de vedação.

A principal função da vela de ignição é conduzir a alta tensão elétrica gerada pela bobina de ignição até a câmara de combustão onde é formado o arco elétrico (centelha) entre os eletrodos central e massa. Portanto, ela é projetada para suportar a elevada pressão do interior do cilindro, assim como a alta temperatura de funcionamento do motor quando entra em combustão durante todo seu tempo de vida útil.

A tensão necessária para a formação da centelha de ignição depende de diversos fatores como turbulência, velocidade dos gases, pressão interna do cilindro, temperatura e composição da mistura. Para satisfazer estas necessidades algumas características da vela precisam ser controladas, como :

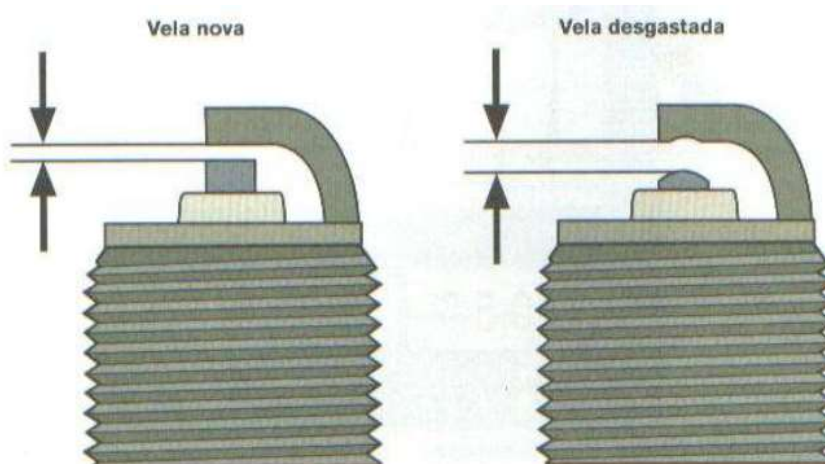
Folga entre eletrodos (GAP);

Índice térmico da vela (Grau térmico);

Material do eletrodo e forma.

A folga entre os eletrodos , também conhecido como GAP é um dos parâmetros utilizados para definir a tensão da centelha elétrica. Quanto maior a distância entre os eletrodos, maior a tensão elétrica necessária para a formação do arco elétrico, a bobina sempre é projetada para ser capaz de produzir maior energia do que necessário para queima.

Esta tensão necessária para formação do arco elétrico não pode ser superior aquela fornecida pela bobina, caso contrário poderá haver falhas de ignição em situações críticas do motor e com isso, falhas de combustão.



Esse desgaste nos eletrodos não se limita apenas ao distanciamento físico entre eles, mas ocorre também, um desgaste que aumenta a resistividade dos eletrodos a condução da corrente, gerando turbulências na centelha e até baixa na eficiência da combustão, portanto, uma vela desgastada não deve ser, apenas regulada.

A segunda função das velas de ignição é a parte de dissipação de calor e essa, as vezes despercebida, tem um importante papel no funcionamento, ela é responsável por transferir parte do calor gerado pela combustão para fora da câmara (para o cabeçote). Também, nesse aspecto, existem classificações de acordo com a capacidade de condução térmica, essa classificação é o índice térmico ou grau térmico da vela, popularmente diz-se que as velas com grau térmico maior são quentes e com grau térmico menor são velas frias.

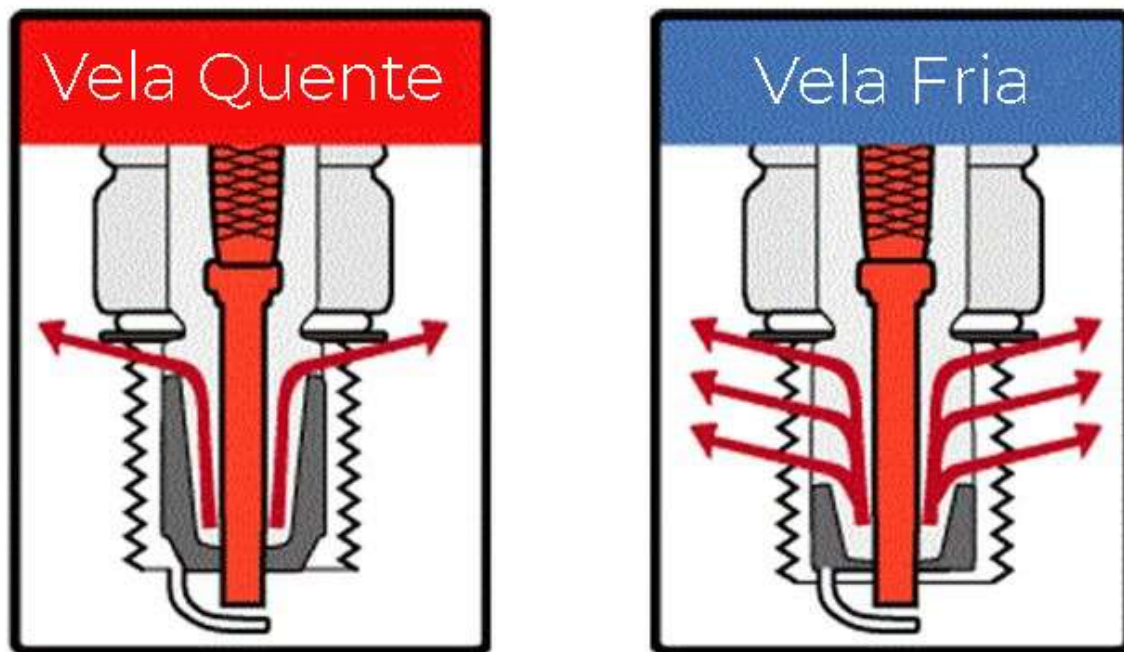
As velas com grau térmico maior conduzem pouca quantidade de calor para fora da câmara, dessa forma a temperatura de funcionamento da vela e da câmara de combustão tendem a aumentar.

As velas com grau térmico menor conduzem maior quantidade de calor para fora da câmara, dessa forma a temperatura de funcionamento da vela e da câmara de combustão tendem a ser menores.

É necessário sempre aplicar vela correta no veículo, pois, o grau térmico da vela é muito importante e se aplicado errado pode vir até mesmo danificar o motor do veículo, pois, caso aplicamos uma vela que dissipa menos calor do que deveria, essa vela pode trabalhar com uma tensão elevada e causar o que chamamos de pré ignição ou “grilar”. Essa aplicação incorreta pode também acabar danificando até o pistão do motor, se a temperatura for muito elevada.

A vela de ignição trabalha com uma faixa de temperatura, geralmente entre 400 e 800 graus. A temperatura da vela deve ser alta o suficiente para queimar os depósitos que tendem a acumular na vela de ignição . (Temperatura de auto limpeza).

O que define o grau térmico da vela de ignição é a profundidade do isolador de cerâmica. Quanto mais profundo, menor a área de troca de calor e com isso, maior o índice térmico da vela.



Acima um exemplo de uma vela mais quente e uma vela mais fria. Cada uma delas vai trocar calor com uma intensidade diferente.

Uma observação a se atentar é que fabricantes diferentes de velas possuem classificações diferentes para seus produtos, para algumas fabricantes quanto mais quente a vela maior o índice térmico e outras quanto maior o índice térmico mais fria é a vela, por isso, procure se informar sobre a leitura de código de cada vela/fabricante.

Driver de Ignição

Tudo que demanda uma corrente de funcionamento mais elevada requer um driver de potência, que nada mais é que um transistor.

Um transistor funciona como um relé, só que é totalmente eletrônico, muito mais veloz. Para o sistema de ignição existe um transistor para cada canal de ignição que através uma baixinha corrente de acionamento consegue chavear a corrente necessária para a carga da bobina. O transistor se faz necessário também por causa das altas tensões geradas no primário por conta da bobina (por casa dos 300 a 400 V).



Um transistor de potência tem basicamente 3 pinos.

Uma alimentação negativa, linha 31.

Um pino de saída negativo (que vai para a bobina)

Um pino de alimentação do transistor (5v).

Com isso a central consegue chavear o transistor com uma baixíssima corrente a partir de um pulso 5v de onda quadrada.

O driver de ignição literalmente substitui o platinado do sistema. Alguns modelos de injeção possuem o driver de ignição dentro da própria central de injeção eletrônica, outros modelos possuem um módulo de ignição externo e outros modelos possuem o driver de ignição embutido na própria bobina de ignição.

Tipos de bobinas

Com a grande variedade existente no mercado, vamos conhecer alguns modelos de bobinas existentes no mercado e entender um pouquinho mais sobre elas.

Antigamente existia uma bobina de ignição que gerava centelha para todos os cilindros presentes no motor, a centelha era distribuída pelo distribuidor, conforme a evolução se aproximou o distribuidor foi extinto.

Logo após o distribuidor foram criadas bobinas com 4 saídas que utilizavam 4 cabos de velas para transportar a alta tensão até a vela de ignição.

Após este feito foram implantadas bobinas individuais para cada cilindro, dispensando os cabos de velas.

Outro detalhe interessante, principalmente quando formos fazer um diagnóstico por osciloscópio é o detalhe do driver de ignição, podemos realizar as medições do sistema de ignição a partir do primário de ignição ou pelo secundário. Pelo primário nós realizamos a medição diretamente no pino de alimentação da bobina e pelo secundário nós utilizamos acessórios de indução e captação que através da indução da alta tensão circulando conseguem extrair baixas tensões com o mesmo padrão de gráfico de alta tensão tornando possível o diagnóstico.

O secundário é um espelho do primário e vice-versa, mas, para ter acesso ao primário de ignição precisamos conectar a ponta de prova do nosso osciloscópio diretamente no pino de alimentação da bobina primaria e quando nós possuímos bobinas com driver de ignição acoplado na bobina nós não possuímos acesso ao primário da bobina, apenas ao pino de chaveamento do driver de ignição, neste caso apenas conseguimos verificar o pulso 5v de chaveamento da central e a medição do secundário de ignição.

Lembrando que o primário de ignição pode gerar tensões de 300V facilmente, por este motivo deve-se verificar a tensão de trabalho do seu osciloscópio e se necessário utilizar um atenuador de entrada no sinal.

Em geral, há um detalhe bem simples que conseguimos observar para sabermos se a bobina possui driver de ignição interna ou não, para bobinas simples, isso é, de apenas

uma ou duas saídas, se possuir apenas 2 pinos significa que temos acesso ao primário de ignição. Se possuir 3 pinos significa que temos uma alimentação (Positivo, Negativo) e o terceiro pino de chaveamento do driver.



Bobina dupla motor fiat com apenas 2 pinos. (Não possui driver interno)



Bobina simples motor VW MI com 3 pinos. (Possui driver interno)



Bobina individual (Dispensa o uso de cabo de vela) Com apenas 2 pinos (Não possui driver interno).



Bobina individual (Dispensa o uso de cabo de vela) Possui 4 pinos (Possui driver interno).

Existe outro modelo de bobina que é o modelo DIS, o qual muitos conhecem como centelha perdida, estas bobinas possuem 4 saídas, sendo, de funcionamento semi-sequencial, ou seja, fornecendo centelha a 2 cilindros ao mesmo tempo. Os cilindros

gêmeos, como já vimos, quando um pistão está em compressão o outro está em escapamento, logo, o cilindro que está em compressão aproveita a centelha e entra em combustão e o cilindro em escapamento recebe a centelha também e pronto.

Estas bobinas podem ou não possuir acesso ao primário de ignição. Existem diversos modelos de bobinas disponíveis no mercado e a cada dia a tecnologia se aprimora, por esse motivo é necessário estudar sempre.



Ao lado uma bobina com 4 saídas, 2 para cada par de cilindro gêmeos.

Esta bobina possui 3 pinos sendo:

1 Alimentação positiva em comum para ambos par de saídas.

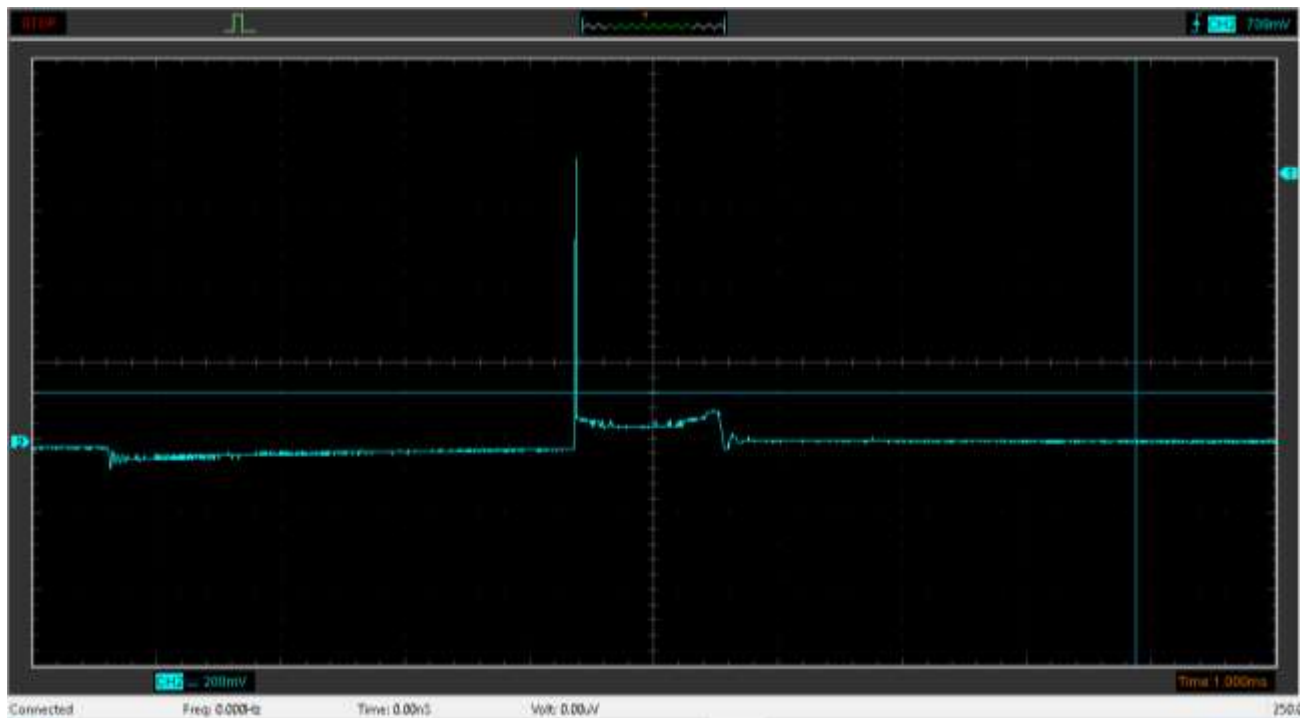
2x Alimentações provenientes do driver dentro da central.

Quando uma bobina que trabalha com sistema DIS semi sequencial possui apenas 3 pinos significa que ela não possui driver interno. Por este motivo, nós possuímos acesso ao primário de ignição da mesma, podendo fazer diagnóstico e leitura do sinal de ignição tanto pelo sistema primário, como pelo secundário.

O sistema de ignição é bem complexo e muita coisa pode modificar o sinal, por isso, o que indico sempre é praticar muito, principalmente em carros sem defeito, dessa forma fica muito mais fácil compreender o sinal padrão e suas características.

Gráfico Padrão Osciloscópio

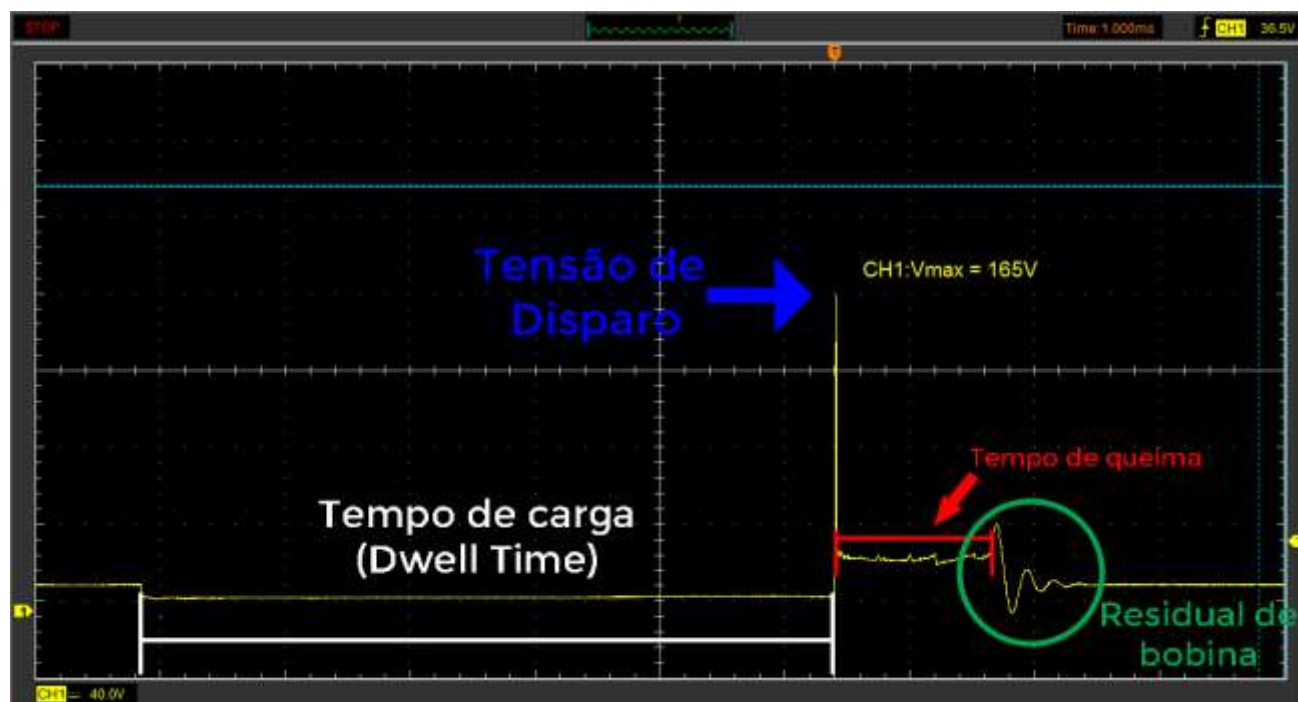
É possível realizar o diagnóstico do sistema de ignição através da leitura da onda gráfica através do osciloscópio ou analisador de motores.



Este é um gráfico padrão de ignição capturado a partir do sistema secundário com uma pinça de captura indutiva no cabo de vela.

Existem algumas características padrões e básicas no gráfico de ignição que podemos analisar para avaliar o sistema:

- Tempo de carga da bobina (Dwell Time);
- Tensão de disparo da centelha;
- Tempo de queima;
- Residual de potência da bobina.



Acima um gráfico de ignição com os pontos destacados, podemos compreender este gráfico da seguinte maneira, em branco, é o tempo de carga que a central de injeção eletrônica manteve o driver carregando a bobina. Podemos conferir se o tempo de dwell time que a central está comandando está batendo com o que está acontecendo de fato na bobina.

A tensão de disparo da centelha é em seguida que a bobina para de receber alimentação, neste exato momento é a tensão máxima que o sistema encontra para começar o centelhamento, esta tensão de disparo é influenciada por muitos fatores como:

- Desgaste da vela de ignição;
- Aumento da resistência no sistema, cabos, velas, etc;
- Pressão interna do cilindro;
- Temperatura interna do cilindro;
- Mistura de combustível;

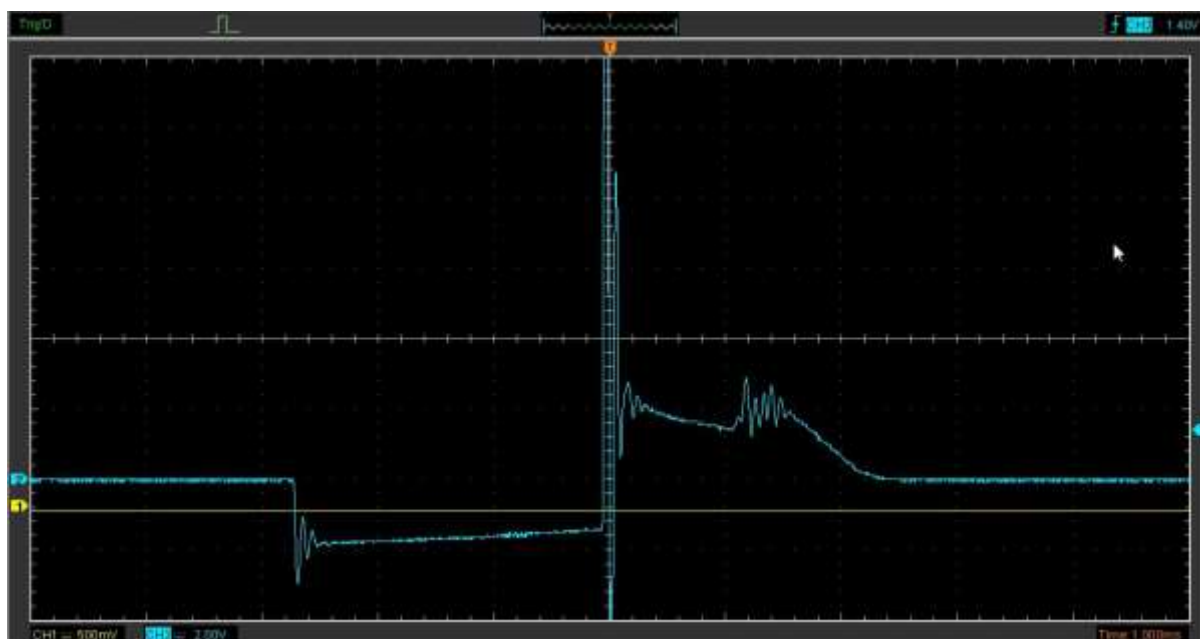
Entre outros fatores.. Quanto maior o desgaste do sistema e o acréscimo de resistência, maior vai ser a tensão de disparo, assim como também, pode haver alguma falha no cilindro, facilitando a centelha e gerando uma tensão de disparo menor...

O tempo de queima do cilindro pode ser medido e mensurado se há alguma ineficiência de combustão ocorrendo entre os cilindros. Cada veículo possui uma característica, mas por padrão e experiencia, definimos que o mínimo de tempo de queima é de 1 ms, menos que isso, há algum desgaste no sistema de ignição ou alguma falha em motor/ alimentação.

E por último avaliamos o residual de bobina, por padrão, uma bobina é construída de modo que tenha potência sobrando, por isso, após a queima no interior do cilindro, a bobina dissipa sua potência de “sobra” e com isso gera aquelas ondinhas características do residual de bobina. Por padrão uma bobina precisa ter pelo menos 3 ondinhas, abaixo disso é muito provável que, se não der alguma falha de ignição em situações críticas, pode em breve começar!

A seguir vamos analisar algumas falhas no sistema de ignição:

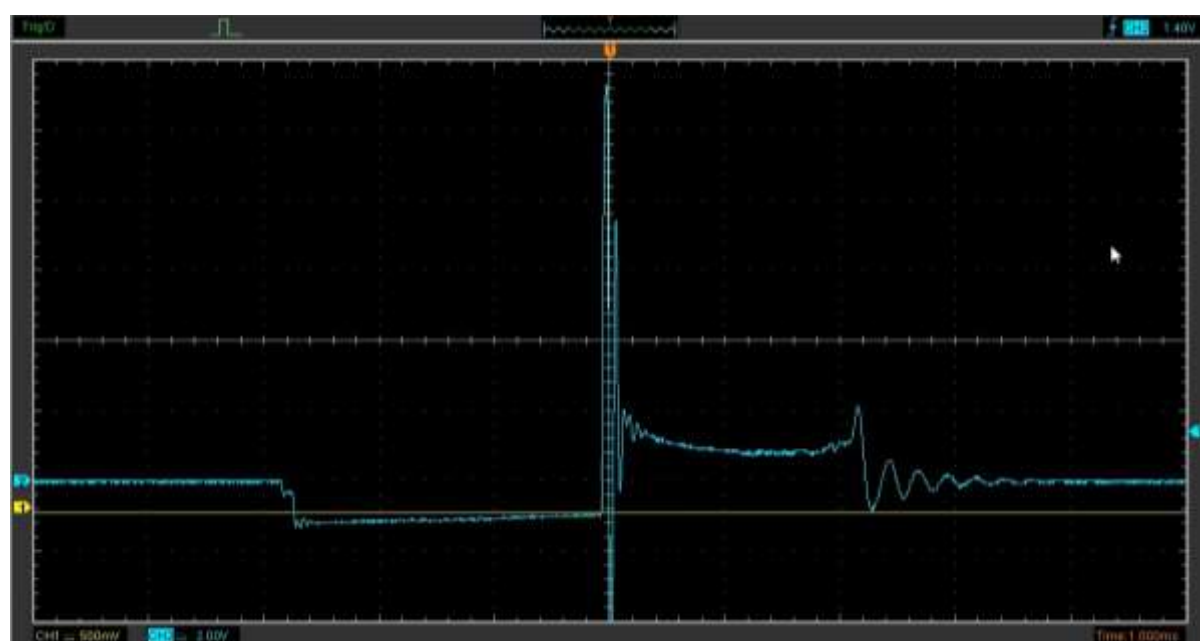
Falhas de ignição



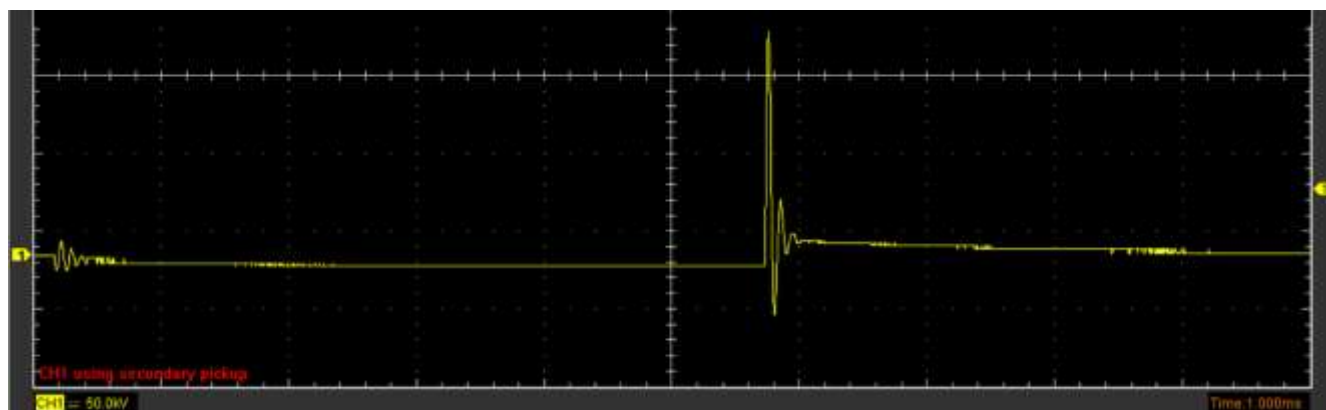
Leitura secundário ignição bobina Sonic (Captura COP) FALHA

Neste caso, ocorreu a tensão de disparo, começou o tempo de queima, porém a combustão foi interrompida no caminho e no final conseguimos notar que a bobina não apresentou residual de bobina.

Solução: Substituição Bobina.

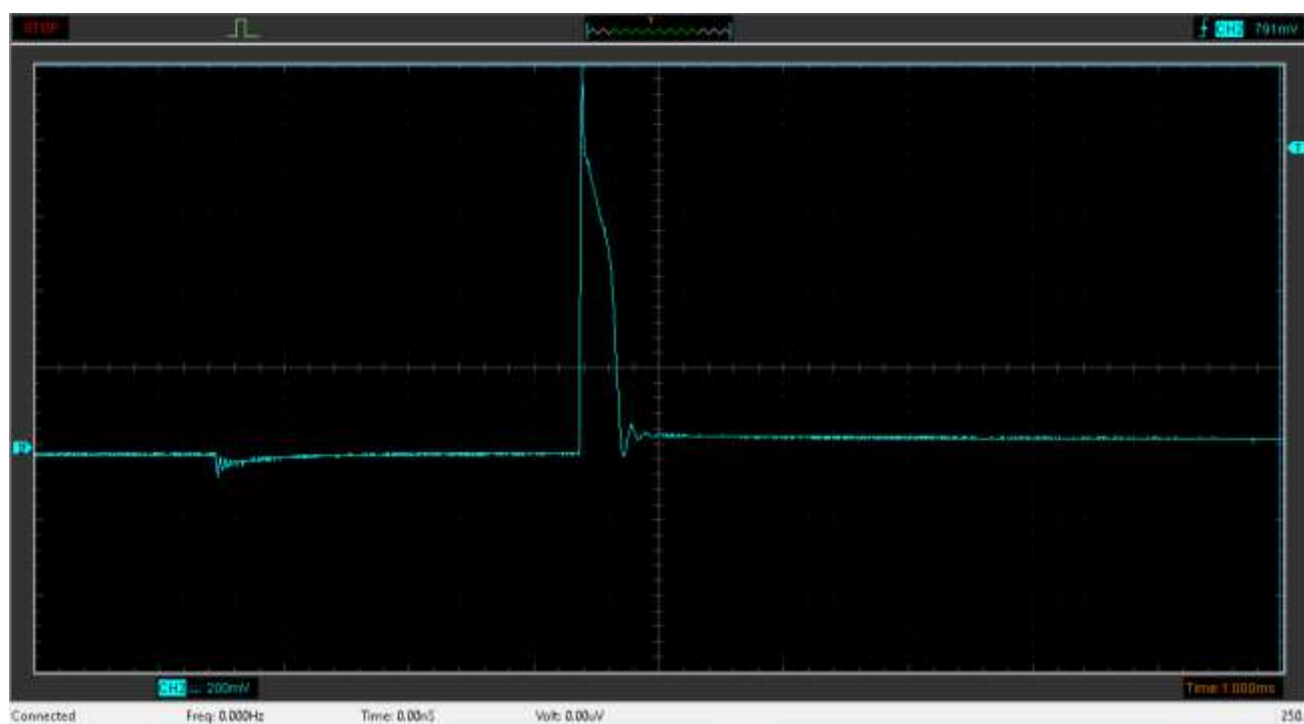


Leitura secundário ignição bobina Sonic (Captura COP) SINAL OK



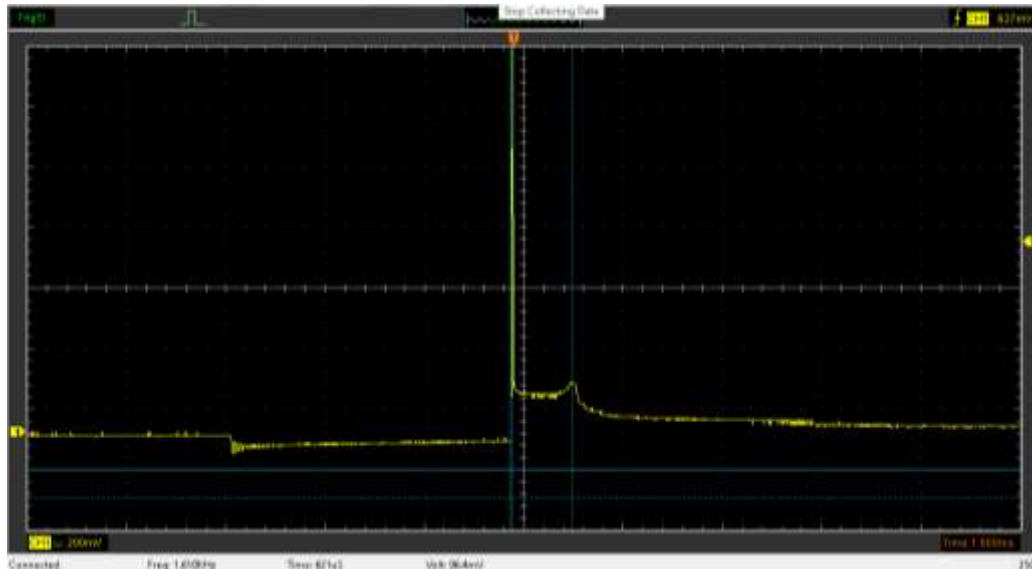
Leitura secundário com encurtamento na centelha.

Fuga de corrente (Cabos de velas, vela com cerâmica trincada, bobina trincada etc.) (PERIGO AO OSCILOSCÓPIO, ATENÇÃO!)



Leitura de secundário Chery QQ. Defeituoso.

Alta resistência no sistema e/ou fuga de corrente (FLASHOVER).

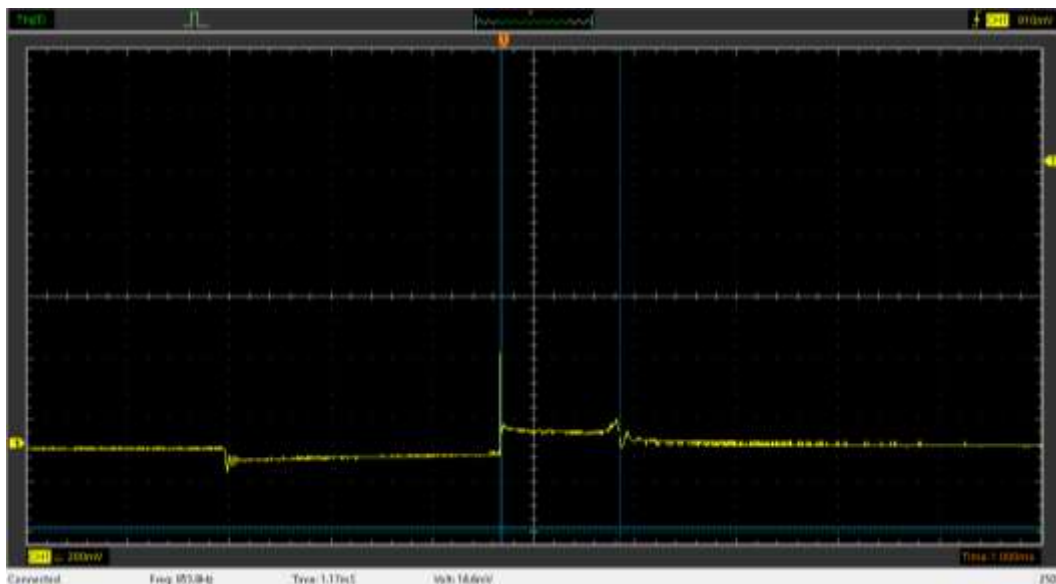


Leitura secundário de ignição.

- Tensão de disparo ALTO;
- Tempo de queima curto. (621 Us) (0,62 ms)

Sistema com resistência elevada (Vela de ignição, cabos de vela, compressão alta devido a carbonização, ponto de ignição atrasado, mistura pobre etc.)

Solução : Substituição de cabo de ignição e vela de ignição.

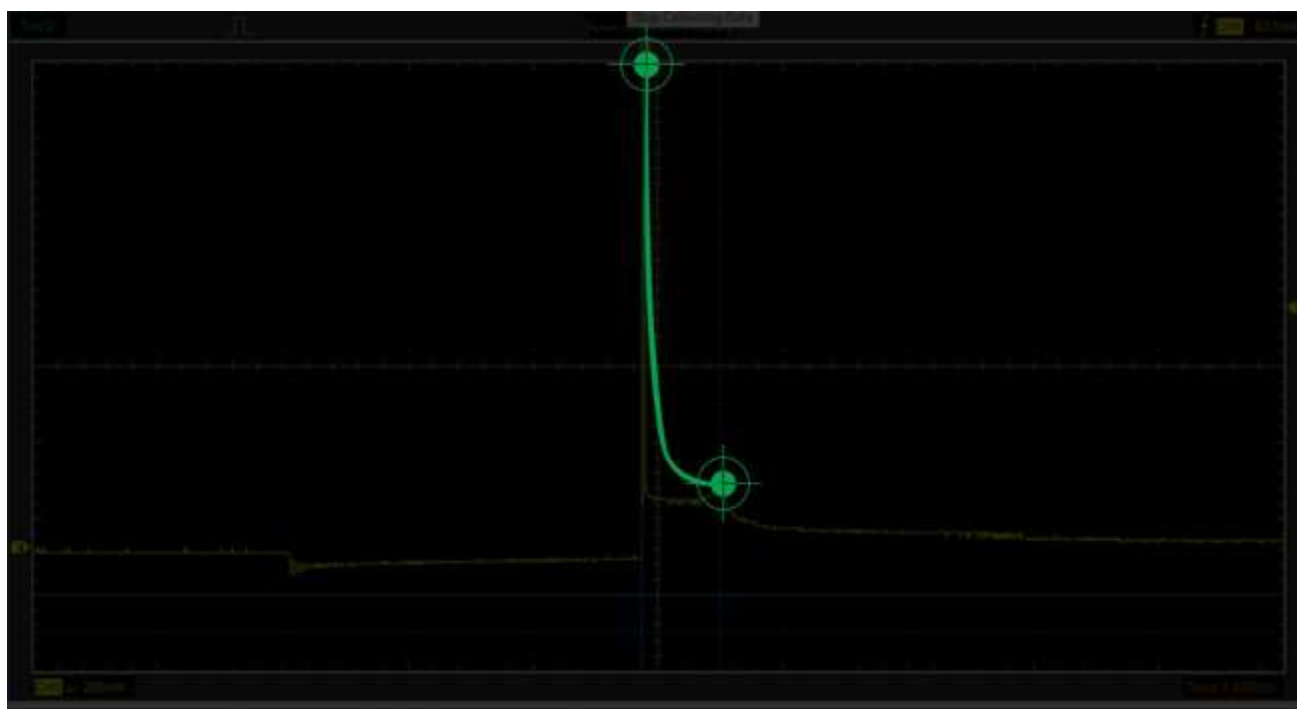


Leitura secundário de ignição.

- Tempo de queima OK
- Tensão de disparo OK

Neste caso, a tensão de disparo se encontrava demasiadamente alta, pois, o sistema estava com uma alta resistência nos cabos e velas, por isso, a tensão necessária para gerar a centelha era muito maior, com isso, acaba diminuindo o tempo de queima do cilindro, pois, uma coisa está atrelada a outra.

Podemos imaginar este sistema como um todo interligado. Como se tivesse uma corda ancorada ao pico da tensão de disparo e a ponta do tempo de queima.



Imaginando esta corda, agora imagina que no ponto de baixo existe uma roldana, e se, puxarmos a tensão de disparo para cima acabamos “encolhendo” o tempo de queima, se baixamos a tensão de disparo, o tempo de queima aumenta.

Lembrando que cada sistema vai possuir suas peculiaridades e características.

Agora vamos entender um pouco mais sobre outro fator fundamental no motor a combustão interna e na injeção eletrônica....

Capítulo 4 COMBUSTÍVEL

Neste capítulo abordaremos características específicas de cada combustível para compreender melhor a diferença entre eles e as características que compõe um sistema Flex.

Motores Flex são motores que são capazes de trabalhar a combustão com uma combinação qualquer entre gasolina e álcool sem a intervenção do motorista, ou seja, o sistema detecta o combustível utilizado e atua em cima disso na regulação do sistema de injeção e ignição para que tal trabalhe corretamente.

Octanagem

Para começar a falar de combustíveis, nada melhor que começar a compreender uma das características que compõe o combustível que é a octanagem do mesmo.

Basicamente e simplificada a octanagem ou índice de octanas é o índice de resistência à detonação e a pré ignição de combustíveis usados em motores a combustão interna.

A pré ignição é um fenômeno que, acontece quando, por diversos motivos, a mistura de ar combustível alcança a temperatura de pré ignição antes de receber a centelha do motor (fonte de calor) para iniciar a combustão da mesma, causando a pré ignição que também é popularmente conhecido como:

Batida de pino, detonação, motor “grilando”, entre outros que não tenho ciência no momento.

Quanto maior a compressão do motor (seja pela taxa de compressão ou pela sobre alimentação) maior a temperatura interna na fase de compressão e a capacidade do combustível não entrar em ignição espontânea antes da centelha é a octanagem.

A gasolina possui menor octanagem que o álcool, por este motivo é adicionado álcool na mistura da gasolina, para aumentar sua octanagem.

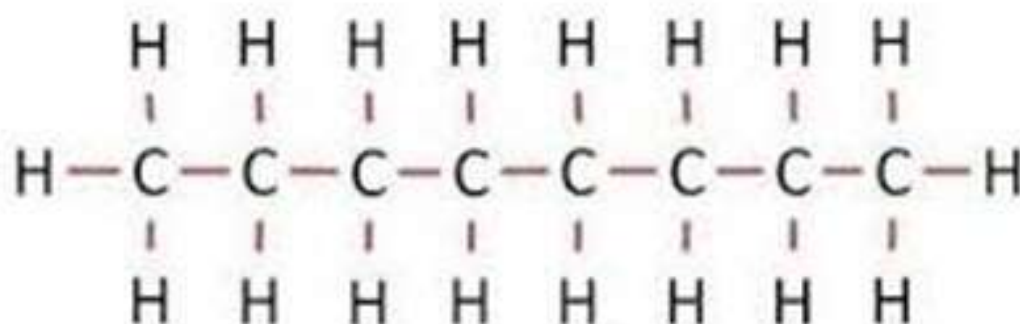
Outro fator que é interessante levar em consideração é a temperatura da vela de ignição, pois, se a vela estiver aplicada de forma errada pode fazer com que o combustível entre em pré ignição, como já vimos anteriormente.

A octanagem tem 3 índices o IAD, o RON e o MON, neste livro mencionarei os índices disponíveis no IAD.

Gasolina

A gasolina é um combustível a base de petróleo e é composta basicamente por compostos orgânicos. A gasolina é constituída basicamente por **hidrocarbonetos** (compostos químicos constituídos apenas por átomos de **hidrogênio** e **carbono**) e em menor quantidade por produtos oxigenados.

A gasolina básica compõe se de 8 átomos de **carbono (C)** e 18 átomos de **hidrogênio (H)**.



Vários produtos químicos podem ser adicionados a gasolina, como:

Inibidores de corrosão;

Compostos detergentes;

Corantes;

E estes produtos químicos são chamados de aditivos, a gasolina comercializada no Brasil é a E-23, que contém em média 23% de álcool na sua formulação.

A classificação da gasolina é definida de acordo com seu valor de octanagem. Um combustível com índice de octanagem maior tem maior poder de combustão e resiste a altas pressões no interior da câmara de combustão sem sofrer detonação. O combustível utilizado é levado em consideração para determinar a taxa de compressão, curvas de avanço de ignição e tempo de injeção de combustível.

Gasolina comum tem por padrão mínimo de octanagem: 87 IAD;

Gasolina Aditivada

A finalidade da existência da gasolina aditivada é de limpar e manter limpas todas as partes em contato com o combustível em questão, como por exemplo:

Tanque de combustível, bomba de combustível, tubulação, bicos injetores, válvulas de admissão, câmara de combustão e cabeçote.

Na gasolina aditivada é adicionado um aditivo detergente que realiza a limpeza, elas também recebem a adição de um corante para serem diferenciadas das gasolinas comuns e a cor deste corante é definido pela companhia, sem uma regra regulamentadora. A única exceção é que não se pode utilizar azul e rosa já que a azul é utilizada em gasolina de aviação e rosa na mistura MEG(metanol/etanol/gasolina).

As gasolinas aditivadas geralmente possuem octanagem superior a gasolina comum, nada muito perceptível, porém maior.

Octanagem mínima da gasolina Aditivada : 89 IAD;

Outras gasolinas:

Gasolina Podium (BR Distribuidora) – Octanagem 95 IAD;

Gasolina OctaPro (Ipiranga) – Octanagem 96 IAD;

Gasolina V-power (Shell) – Octanagem 91 IAD;

Para veículos de alta performance é imprescindível o uso da gasolina correta indicada pelo manual do veículo, sob pena de, se não cumprido, danificar o motor.

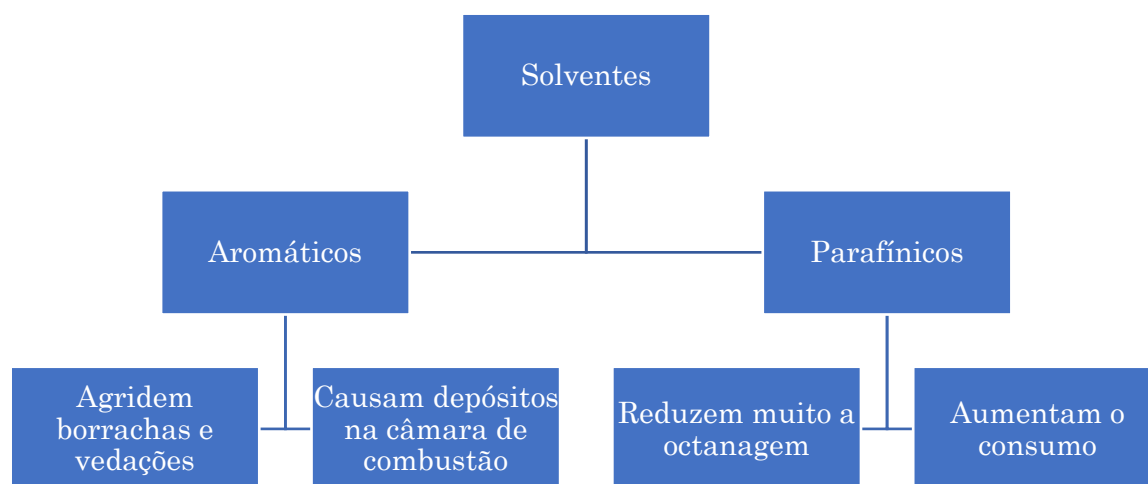
Gasolina Adulterada

Essa tenho certeza de que já ouviu, mas a pergunta que sempre segue, adulterada como? O que altera?

Essas perguntas são realmente muito boas e interessantes, uma gasolina é considerada adulterada quando é adicionado solventes ou outros compostos não especificados de modo a obter-se um produto com custo inferior, porém com qualidade também inferior à exigida pela especificação do produto.

Em geral, os produtos utilizados na adulteração da gasolina são o etanol e solventes em geral, como por exemplo:

Aguarrás, solventes para borrachas, benzina, etc.

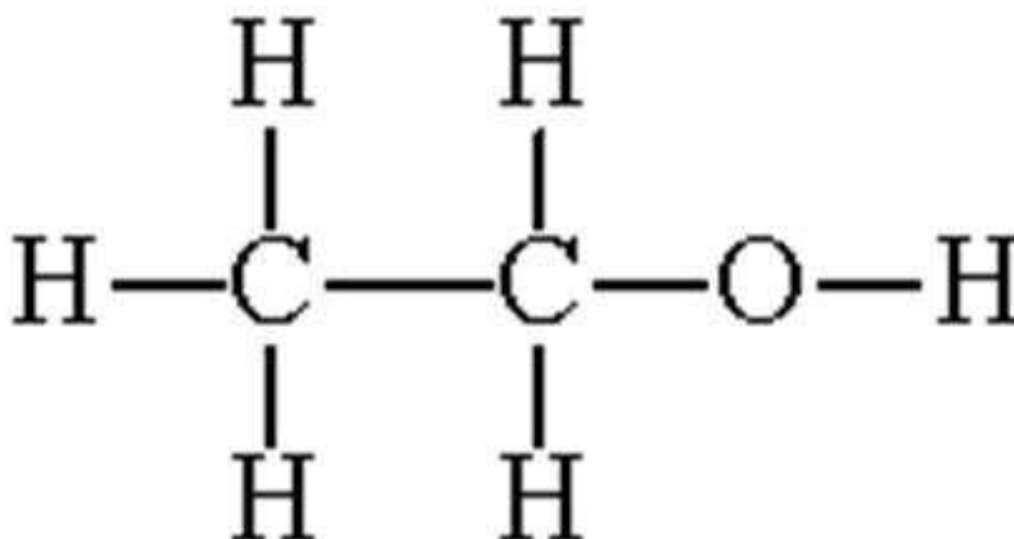


Gasolinas adulteradas podem diminuir a octanagem da gasolina, aumentar o consumo do veículo, agredir componentes, criar sujeira na câmara de combustão e essa carbonização na câmara de combustão pode vir a fazer com que o combustível entre em pré ignição.

Álcool etílico (Etanol)

O etanol (álcool etílico utilizado como combustível) é derivado de cereais e vegetais, no Brasil utiliza-se principalmente a cana de açúcar como matéria prima.

Uma das principais diferenças em relação a gasolina é que ele é composto de hidrocarbonetos oxigenados, contendo 6 átomos de hidrogênio, 2 átomos de carbono e 1 átomo de oxigênio.



O álcool comercializado no Brasil é hidratado, portanto possui de 5% a 6% de água.

Por conter oxigênio em sua composição, o etanol tem um poder de queima menor que o da gasolina, uma vez que o oxigênio é mais pesado que os outros componentes, ele aumenta o peso do combustível porém não produz energia. Isso explica o maior consumo de Etanol em relação a gasolina.

O Brasil é o país mais avançado, do ponto de vista tecnológico, na produção e utilização do etanol como combustível.

O etanol também é utilizado em mistura com o gasolina para aumentar a octanagem da gasolina.

O uso do etanol tem um benefício ambiental enorme, pois a emissão de poluentes é muito inferior em relação a gasolina.

O etanol possui duas particularidades:

- Alta resistência à detonação (Octanagem);
 - O etanol em si não possui octanas e por isso não pode possuir um índice de octanagem, mas, é realizada uma medição como se houvesse a fim de entendimento.
- Baixo poder calorífico (Gera menos energia na queima do que a gasolina);

Em função dessas características, o motor a álcool pode e deve utilizar uma taxa de compressão mais elevada para aumentar sua eficiência térmica. Os motores flex possuem um balanço de taxa de compressão entre gasolina e álcool.

Os motores a etanol também possuem um tempo de injeção superior ao mesmo motor e mesmo injetor utilizando gasolina como combustível. Na prática significa que o motor a álcool pode gerar maior potência e maior torque, porém, consome mais combustível.

Um motor a álcool também suporta um ponto de ignição maior devido a sua alta capacidade de resistência a detonação, por ser um combustível de menor poder calorífico ele também possui uma queima mais lenta o que se faz necessário o avanço de ignição disparar a centelha antes, comparado a gasolina, para dar tempo do motor aproveitar toda eficiência da combustão.

Como o etanol é hidratado, ou seja, possui água em sua composição, isso também faz com que o interior da câmara de combustão trabalhe com temperaturas menores e esses benefícios se estendem na combustão do motor, para melhor entendimento indico estudo dos motores ciclo OTTO.

O etanol como combustível apresenta as seguintes características:

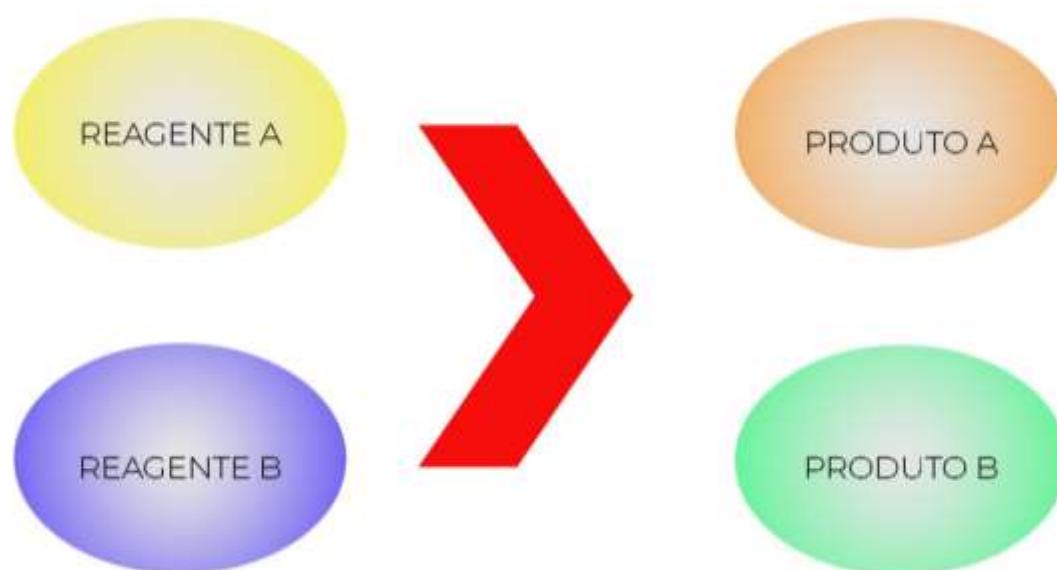
- Menor poluição;
- Maior potência do motor;
- Maior torque do motor;
- Combustão mais lenta (por isso deve-se utilizar um ângulo de ignição superior);
- Maior poder anti detonação (como se fosse a octanagem);
- Motores com taxas de compressão superiores sem problemas de detonação.

O etanol não apresenta octanagem, mas para se ter uma noção de comparação entre combustíveis ele equivale a octanagem de 110.

Ar Combustível (AF)

Já vimos anteriormente sobre a relação estequiométrica entre a mistura ar/combustível. O ar combustível também é conhecido como AF (Air-Fuel)

Sabemos que todo combustível tem uma relação para queima perfeita entre combustível e comburente.



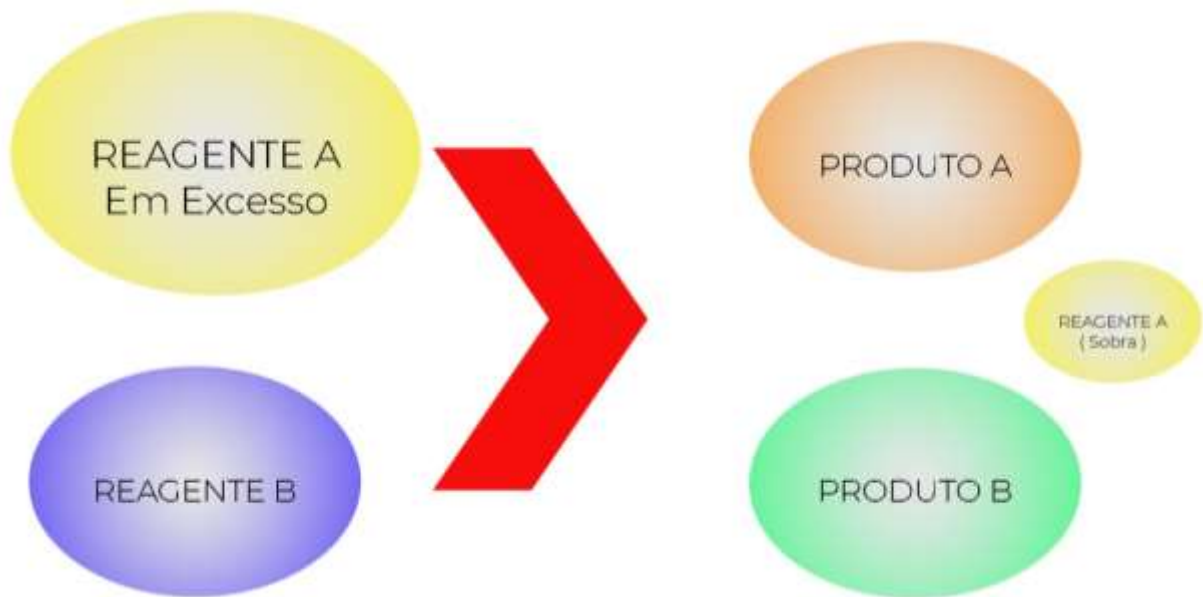
Por exemplo, meramente especulativo e teórico exemplo acima, pegamos:

Reagente A – como comburente

Reagente B – como combustível

Em quantidades estequiométricas, isso é, na quantidade ideal entre um e outro conforme já vimos anteriormente.

Produto A e B – resultado da combustão entre os reagentes sem que sobre nenhum dos reagentes após a combustão.

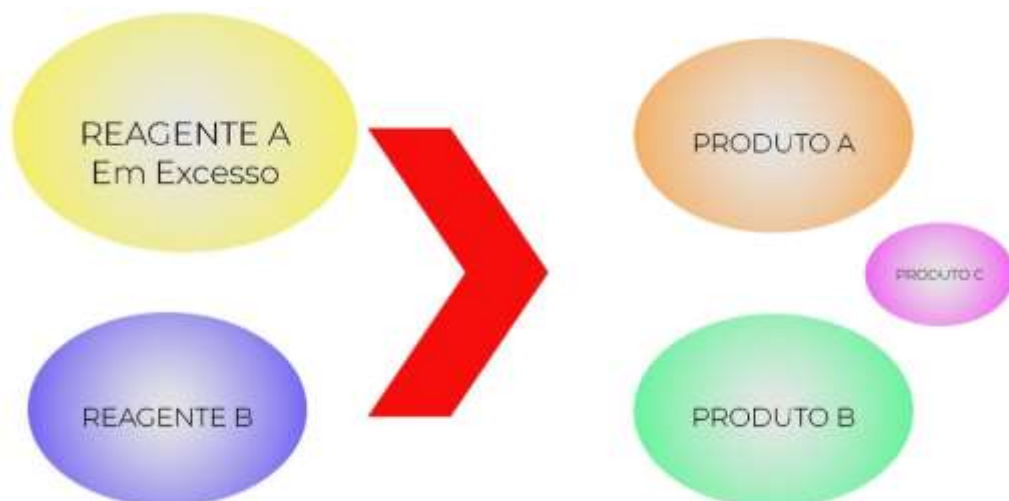


Neste exemplo acima, possuímos o reagente A em excesso em relação ao reagente B. O resultado disto é a sobra do reagente A após a combustão, assim acontece com a mistura de ar combustível.

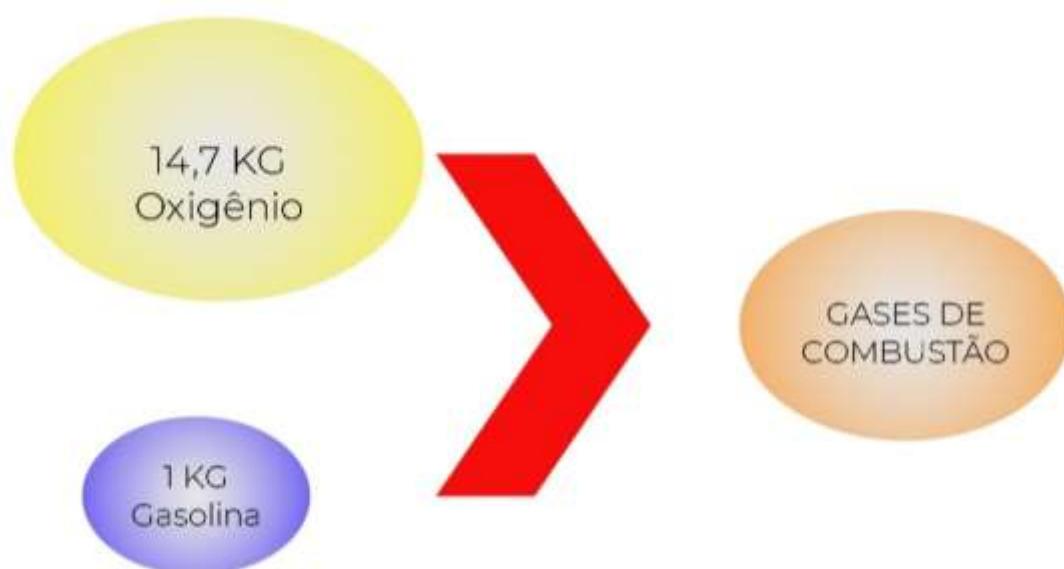
Se tivermos excesso de combustível, sobrara combustível após a combustão. (Mistura Rica).

Se tivermos excesso de oxigênio, sobrara oxigênio após a combustão. (Mistura Pobre).

Em outros casos o excedente de alguns dos produtos poderá formar novos produtos após a reação química:



Essas dimensões entre reagentes são apenas para fim de entendimento, sendo a proporção real muito diferente. Uma ideia de uma proporção real:



Um exemplo mais aproximado em relação a gasolina pura com o oxigênio, é um pouco difícil imaginar uma quantidade de ar em KG, o ar é muito leve para termos noção de seu peso e nossa referência ao combustível sempre é em Litros. Para melhorar este entendimento tenha em mente que mil litros de ar correspondem a aproximadamente 1,2 KG de ar, portanto para queimar um Kg inteiro de gasolina comum (13,2:1) são necessários aproximadamente 11 mil litros de ar, equivalente a 11 caixas de água aproximadamente.

Agora, precisamos compreender que a mistura perfeita quase nunca ocorre, a injeção eletrônica está sempre buscando isso, mas dificilmente alcança. Então existe o que chamamos de mistura estequiométrica e mistura real, ou seja, a mistura que desejamos e a mistura que estamos obtendo e a relação entre elas é o fator Lambda...

Fator Lambda

Uma nomenclatura muito popular e simples que conhecemos e utilizamos é a :

Mistura Rica e Mistura Pobre.

Que nada mais significa que uma mistura está com excesso de combustível ou com falta de combustível.

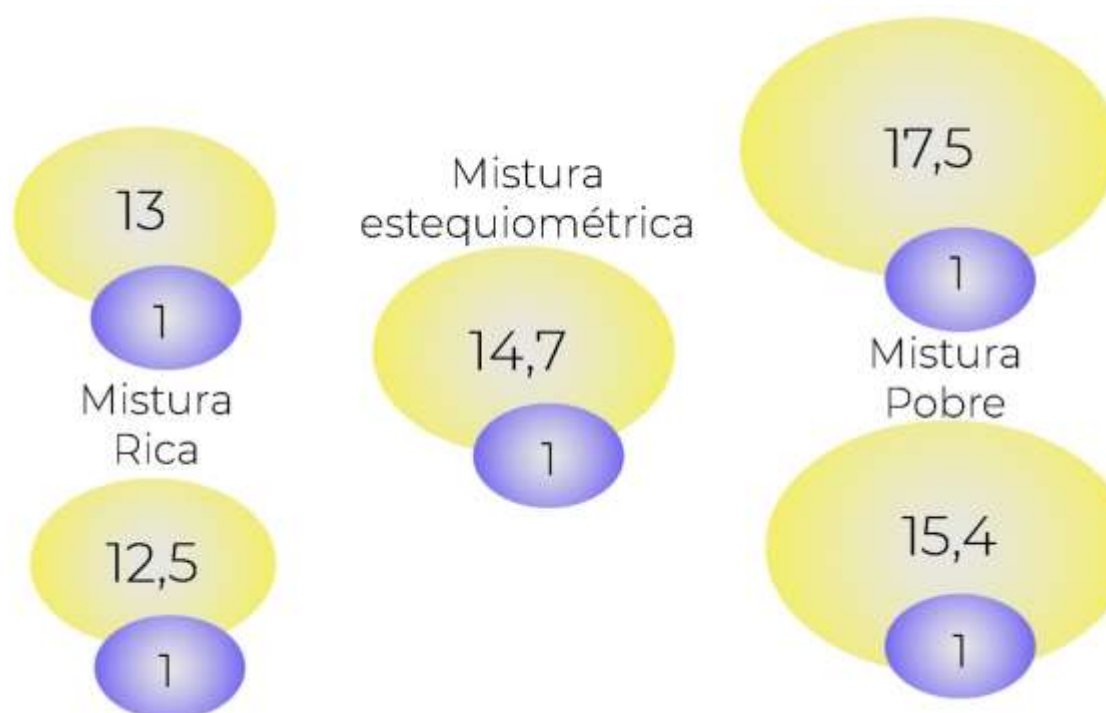
Observe que uma mistura rica em combustível possui :

- Muito combustível comparado com o ar ou;
- Pouco ar comparado com o combustível.

Observe que uma mistura pobre em combustível possui:

- Pouco combustível comparado com o ar ou;
- Muito ar comparado com o combustível.

Estamos falando da relação do valor estequiométrico, falando da proporção entre eles e não apenas da quantidade de combustível injetado e queimado.



Isto considerando a gasolina pura a fins de exemplo, se tivermos menos ar do que a mistura estequiométrica possuímos uma mistura rica e se possuímos mais ar temos uma Mistura pobre.

Como cada combustível possui sua relação estequiométrica, e por exemplo, não sabemos se estamos falando de gasolina comum, aditivada, etc. Fica complicado fazermos uma avaliação de cara.

Por isso nasceu o Fator Lambda, que nada mais é que a relação entre a mistura que possuímos e a mistura estequiométrica.

O fator lambda é representado pela letra grega lambda : λ

Quando a mistura é estequiométrica o fator lambda $\lambda = 1$

Quando a mistura está rica o fator lambda $\lambda < 1$

Quando a mistura está pobre o fator lambda $\lambda > 1$

E é fácil de compreender como funciona:

Fator λ = Quantidade de ar REAL / Quantidade de ar estequiométrica

Por exemplo, pegamos as misturas acima dispostas:

Mistura pobre 1 : 17,5:1	Mistura pobre 1 : 15,4:1
Fator $\lambda = 17,5 / 14,7$	Fator $\lambda = 15,4 / 14,7$
Fator $\lambda = 1,19$	Fator $\lambda = 1,04$
Mistura rica 1 : 13:1	Mistura rica 1 : 12,5:1
Fator $\lambda = 13 / 14,7$	Fator $\lambda = 12,5 / 14,7$
Fator $\lambda = 0,88$	Fator $\lambda = 0,85$

E claro:

Mistura estequiométrica 14,7 : 1

Fator $\lambda = 14,7 / 14,7$

Fator $\lambda = 1$

O mesmo acontece para qualquer tipo de combustível, tornando a comunicação e entendimento muito mais simples, por exemplo, uma simulação com um motor funcionando com etanol:

Mistura real lida no motor : 8:1

Fator $\lambda = 8 / 9$ (Mistura estequiométrica do etanol = 9:1)

Fator $\lambda = 0,88$

Fontes

Para este capítulo, foram utilizadas algumas fontes de consulta :

<https://www.shell.com.br/motoristas/combustiveis/shell-v-power-racing.html>

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Octanagem>

<https://portal.ipiranga/wps/portal/ipiranga/produtoseservicos/produtos/combustiveispiranga/destaques/octapro>

Capítulo 5 ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA

Todo sistema de injeção eletrônica possui um sistema de alimentação, isso é, as linhas de alimentação elétrica da central de injeção eletrônica.

A central de injeção eletrônica pode possuir diversas entradas de potência e alimentação, isso pois, as vezes possuem sistemas isolados eletricamente (Potência e sinal), e as vezes também por um pino apenas não ser o suficiente.

Na injeção eletrônica praticamente todos os chaveamentos de atuadores são feitos por negativo, isso significa que o atuador vai possuir um positivo constante e a central vai fornecer o negativo de forma chaveada.

Então é necessário que a alimentação da central esteja em boas condições para que consiga alimentar de forma adequada os atuadores.

É necessário verificar tanto a alimentação positiva:

Linha 30;

Linha 15.

Como também a alimentação negativa (aterramento):

Linha 31.

Para isso, utilizamos um esquema elétrico, alguma literatura técnica que possamos conferir os pinos de alimentação e testá-los com o multímetro ou até mesmo osciloscópio.

Aterramento

Para testar e conferir o aterramento da central, deve medir a tensão elétrica entre os pinos negativos da central e o negativo da bateria.

Também deve se conferir a tensão elétrica entre o negativo da bateria e o chasis do veículo em funcionamento.

Uma diferença de tensão elevada entre o negativo da bateria e o chasis do veículo (acima de 200mV) significa que o sistema de aterramento do veículo está ineficaz e pode acabar gerando alguma falha no sistema de injeção eletrônica.

Também deve se atentar a diferença de tensão entre o negativo da bateria e os pinos de aterramento da central de injeção eletrônica, estes também, não podem ultrapassar a casa dos 200mV.

Queda de tensão

A queda de tensão durante a partida do motor é também um fator crucial para o perfeito funcionamento da injeção eletrônica, pois, a bateria fornece uma tensão de em média 12,6V para o sistema de injeção eletrônica, mas, essa tensão varia muito em função dos consumidores e circuito de carga.

Por exemplo, se ligarmos farol, radio e qualquer outro consumidor a tendência desta tensão é variar, para menos. Muitos sensores da injeção eletrônica utilizam uma tensão de referência para poder funcionar, por exemplo:

Ele pega uma alimentação positiva e varia o sinal dele entre o negativo e essa alimentação, caso a central utilizasse diretamente a tensão da bateria, ela nunca teria precisão nos sensores pois a tensão estaria sempre variando.

Por isso, internamente na central de injeção eletrônica ela possui um regulador de tensão que pega esta tensão da bateria e transforma ela em 5V, para que independente da tensão da bateria ela possua sempre 5V contínuos em seus sensores.



Mas este regulador de tensão possui uma limitação de funcionamento, isso é, limites em relação a alimentação.

Uma tensão mínima e uma tensão máxima de entrada. Que varia de acordo com cada componente, mas para entendermos, se a tensão for menor que a tensão mínima de entrada, o 5V ficara comprometido.

O processador da injeção eletrônica também é alimentado com o 5V além de outras linhas de tensão menor, como 3.3V em muitos casos.

O que acontece muito quando a bateria está com defeito (Baixa corrente de partida a frio), é que a tensão cai abaixo do limite do regulador, comprometendo a alimentação da central, podendo fazer com que ela perca algumas configurações dela, como por exemplo, o combustível que estava utilizando (porcentagem de etanol na mistura).

Então é necessário ficar atento quanto a bateria do veículo, pois, muitas vezes o problema do sistema de injeção eletrônica encontra-se na bateria do veículo, e como é muito fácil testar o sistema de partida, muitos dos diagnósticos aconselho e começar por ela.

Capítulo 6 SENSORES

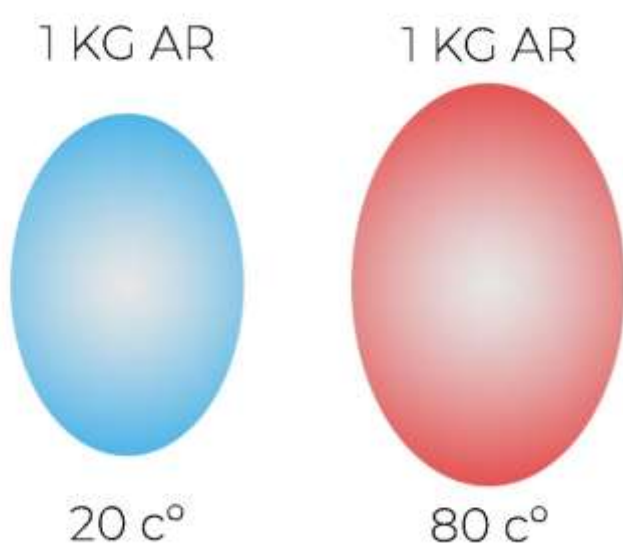
Neste capítulo iremos estudar os sensores de uma forma mais individual e objetiva, assim como sua forma de sinal, alimentação, função etc.

Sensores são dispositivos elétricos e eletrônicos que são capazes de converter movimentos e informações mecânicas em sinais elétricos, capazes de serem interpretados pela central de injeção eletrônica.

Sensor de temperatura da água (ECT)

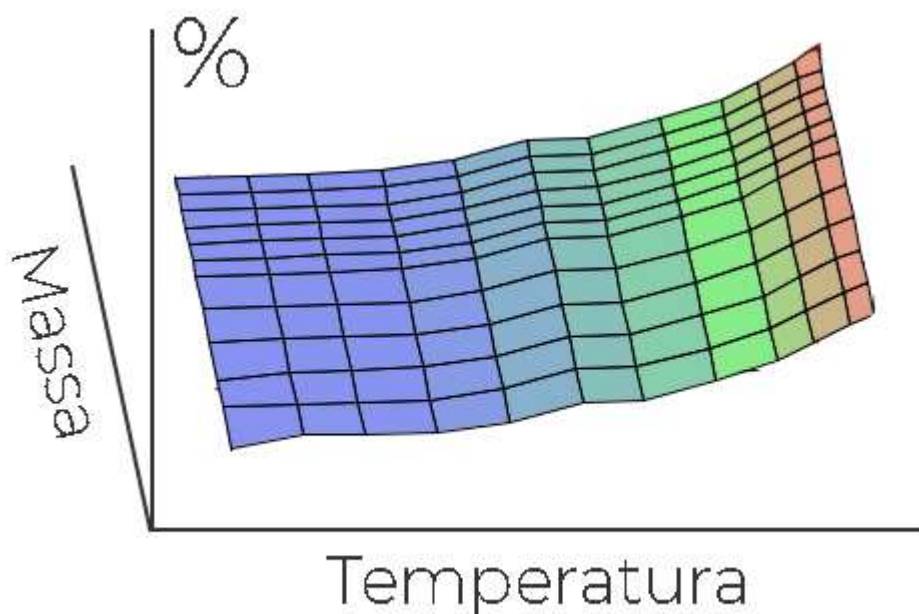
Este é um sensor relativamente simples, porém, empenha uma função muito importante, já que, a temperatura do motor influencia diretamente na temperatura do interior do cilindro e como consequência na quantidade de ar admitido.

O que?! Como assim na quantidade de ar admitido? Simples, sabemos que o ar é expansível e compressível e o volume do ar varia em função da temperatura, pois, quanto mais frio o ar, mais as moléculas ficam agrupadas, dessa forma possuímos uma massa de ar por exemplo com 1KG de ar em um volume de 1L. E se aquecermos esta massa de ar, vamos possuir por exemplo, uma massa de 1KG de ar em um volume de 1,5L.



Um exemplo ao lado apenas representativo de que em função da temperatura o ar se expande, então, considerando que o motor possui sempre o mesmo volume aspirado, quanto mais quente o motor, menos ar é aspirado (EM MASSA), porém o volume segue igual.

Por isso que a injeção de combustível diminui em função da temperatura, por isso o sensor de temperatura desempenha uma função bem importante e deve ser verificado caso note algum problema com mistura de combustível.



Um exemplo de um mapa de enriquecimento de mistura simplificado, em função da temperatura é injetado menos combustível ou mais combustível.

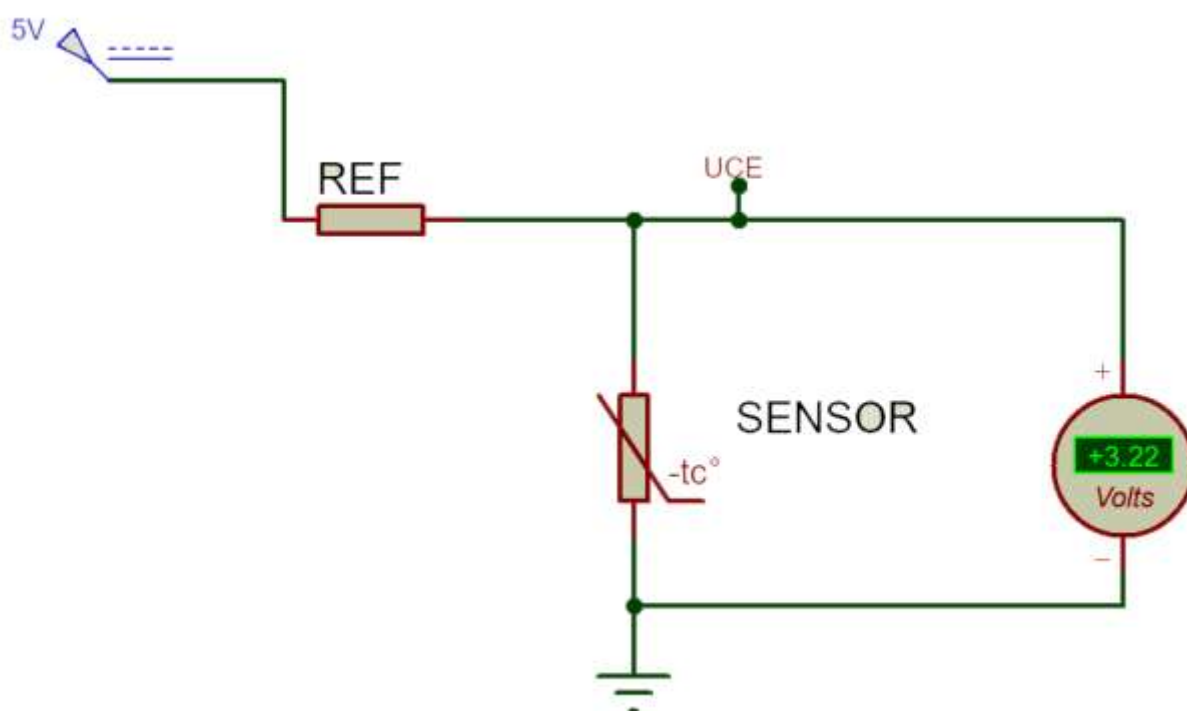
O sensor de temperatura é um sensor termo resistivo, ou seja, é uma resistência que varia em função da temperatura



O sensor é formado por um corpo de latão ou plástico na maioria dos casos que protege o elemento resistivo constituído por um termistor do tipo NTC (coeficiente negativo de temperatura), no qual o valor da resistência deste termistor é inversamente proporcional a temperatura , ou seja, quando a temperatura sobe a resistência elétrica do sensor diminui e quando a temperatura desce a resistência elétrica aumenta.

Este sensor funciona como parte de um circuito de um divisor de tensão elétrica e possui tensão de referência de 5V, isso significa que internamente na central existe um circuito de divisor de tensão.

Existe internamente dentro da central um resistor calibrado ligado ao 5V e o sensor de temperatura é o outro resistor que é ligado ao negativo, formando o divisor de tensão, o detalhe é que este resistor é variável em função da temperatura, isso significa que com a variação da temperatura e tensão elétrica deste circuito se altera.

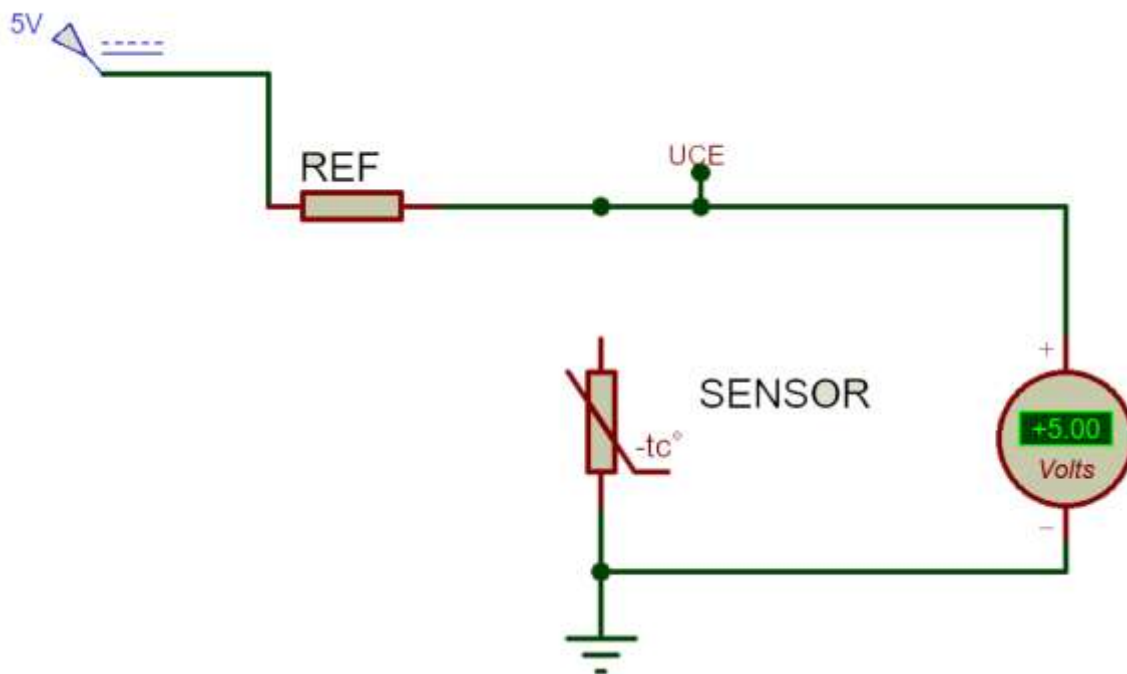


Este é um circuito básico de um sensor de temperatura, ele recebe uma tensão de referência de 5V da central e forma um divisor de tensão ligado ao negativo, variando a tensão de saída do divisor que informa a central a temperatura do sensor.

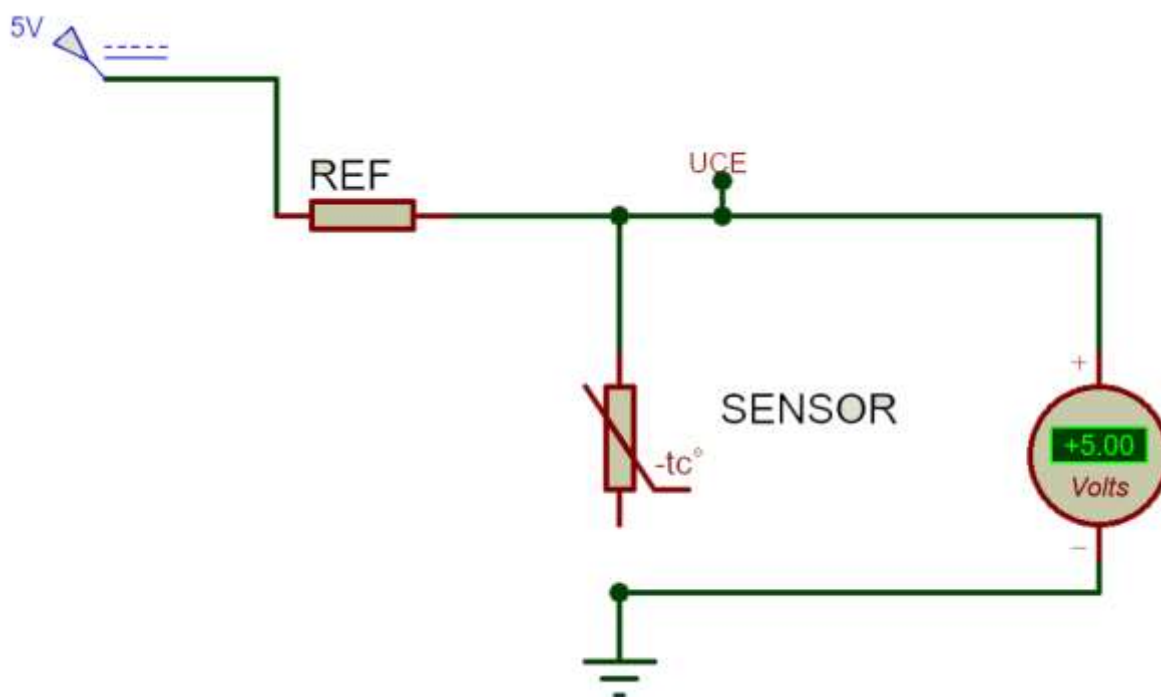
A tensão varia de acordo com a temperatura do sensor, é importante também salientar que, caso, haja ar no sistema o sensor pode não efetuar a leitura corretamente da temperatura.

Como o circuito é um divisor de tensão, caso nós tenhamos um circuito aberto (sensor desconectado, chicote rompido ou sensor com resistência rompida) nós

teríamos uma tensão de 5V e a central de injeção eletrônica marcaria uma DTC de circuito aberto, por exemplo.



O mesmo aconteceria caso tivéssemos algum problema no negativo de referência do sensor:



Conector e Sinal

O conector de um sensor de temperatura de água pode ser composto basicamente por 1 pino apenas, um pino de sinal que recebe a tensão de referência e utiliza o aterramento da própria carcaça, mas com o aumento da utilização de sensores encaixados e válvulas de plásticos e mau contatos isso ficou extinto faz tempo.

Então basicamente possuímos 2 pinos:

1. Tensão referência (Sinal);
2. Negativo de referência (Aterramento).

Existem sensores com mais pinos, com outras variações, mas o sistema base é este que está apresentado.

Através do monitoramento do sinal do sensor de temperatura é possível notar a abertura da válvula termostática também.



A temperatura (Eixo Vertical) é o mesmo que a tensão elétrica e o tempo (Eixo Horizontal) é o tempo em que é observado.

Imagem meramente ilustrativa, mas, podemos perceber que o veículo vai aquecendo até abrir a termostática, quando abre a válvula o sistema começa trocar calor, por isso a temperatura tende a ficar mais estabilizada, após isso o aquecimento segue até que o eletro ventilador é acionado fazendo com que a temperatura baixe novamente até o eletro ventilador desligar e assim segue este ciclo contínuo.

Outro detalhe que é interessante se atentar é que as vezes o sensor pode estar marcando errado. Podemos verificar isso utilizando o Scanner, Osciloscópio ou Multímetro.

Com o auxílio de um termômetro, verificamos a temperatura do sensor ou a carcaça onde ele está instalado e verificamos quanto a injeção está lendo através do scanner ou podemos verificar a tensão elétrica do sinal e comparar com alguma tabela que tenhamos para tal comparação.

Outra forma possível é através da medição da resistência do sensor e comparação com a temperatura encontrada, por exemplo:

Temperatura	Resistência
0°C	5976 Ohms
20°C	2500 Ohms
40°C	1670 Ohms
60°C	800 Ohms
90°C	232 Ohms
100°C	175 Ohms

Esta tabela é apenas um exemplo e não serve para qualquer aplicação, geralmente as literaturas técnicas disponíveis não dispõe de uma tabela com resistências precisas em todas as temperaturas, por isso, indico que faça a verificação através do scanner.

Sensor de temperatura do ar (IAT)

Este é um sensor com funcionamento muito similar ao de temperatura de água do motor, possui o mesmo fundamento de funcionamento com diferença apenas que ao invés de medir a temperatura do líquido de arrefecimento ele mede a temperatura do ar admitido no motor.



O sensor de temperatura do ar também possui um coeficiente negativo de temperatura (NTC), então significa que possui o mesmo funcionamento do de temperatura da água.

O sensor de temperatura do ar (o termistor) pode ficar exposto ao ar e por isso devemos ficar atento quanto a sujidades no mesmo e a forma como vai ser limpo, não utilizando descarbonizantes e outros produtos químicos que podem comprometer a proteção externa do termistor. Ele pode estar instalado:

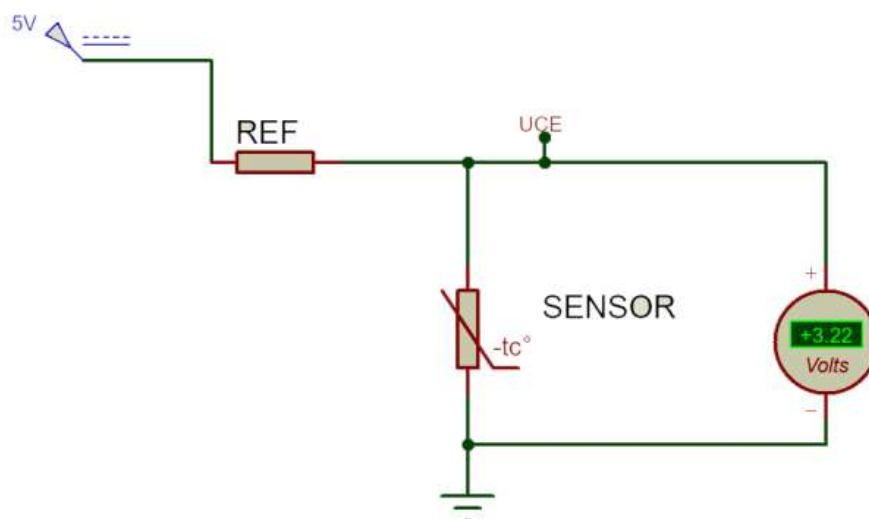
- No coletor de admissão;
- Na mangueira de admissão de ar do motor.

O sensor de temperatura do ar também pode ser integrado junto a outros sensores:

- Ao sensor de fluxo de ar (MAF);
- Ao sensor de pressão absoluta (MAP);
- Ao corpo de borboleta.

Os mesmos testes e circuitos que vimos no sensor de temperatura da água são válidos para o sensor de temperatura do ar.

Quando acoplado a outros sensores os testes não se modificam, apenas a disposição de pinagem.



Um detalhe interessante é que, de manhã, na primeira partida do dia, teoricamente a temperatura do sensor de temperatura de água e do ar tem que ser igual, ou muito próximo disso. Acontece muito de dar diferença, por exemplo:

Temperatura do ar em 25C° e da água em 20C° por exemplo, isso faz com que a mistura de combustível seja mais enriquecida do que deveria, já que a central faz o cálculo em cima da temperatura de 20C° quando na verdade está em 25C°.

Vale a pena conferir, quando o veículo apresenta dificuldade de manter a marcha lenta na primeira partida e apresenta cheiros de combustível excessivo de manhã.

Tanto o sensor de temperatura da água e do ar não podem oscilar bruscamente em um período muito curto, por exemplo, “saltar” de 25C° para 28C° por exemplo. Caso esteja acontecendo pode estar com defeito no termistor.

Sensor de posição da borboleta (TPS)

Este sensor tem a função de converter o movimento mecânico de aceleração da borboleta em um sinal elétrico equivalente ao ângulo de abertura da borboleta. Resumidamente ele informa a central de injeção eletrônica o quanto está sendo acelerado o veículo.



Acima uma TBI e bem na ponta da direita instalado o sensor TPS, quanto o acelerador é pressionado e o cabo começa movimentar o ângulo da borboleta, o eixo da borboleta que está acoplado ao sensor TPS, movimenta o TPS internamente e com isso causa uma alteração de tensão no sinal do TPS que informa a central da posição exata de aceleração do veículo.

Um sensor TPS tem o mesmo princípio de divisor de tensão dos sensores que já vimos até agora, mas, o sensor TPS é basicamente um potenciômetro que altera a resistência entre o negativo e o positivo conforme é movimentado, dessa forma o sinal trabalha conforme a borboleta é aberta ou fechada.

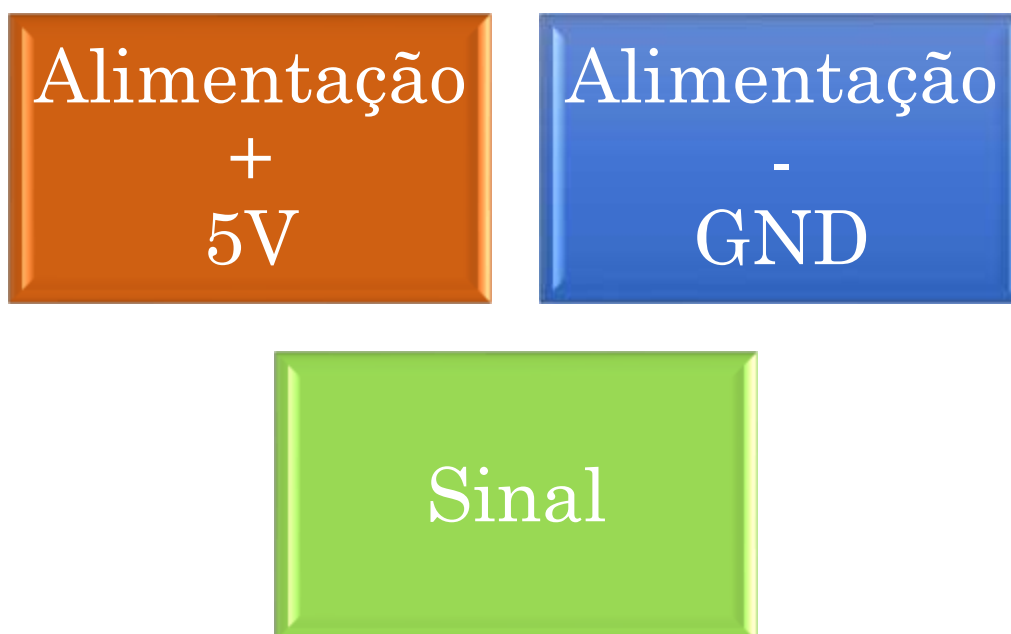
O sensor TPS também é utilizado pela central de injeção eletrônica para complementar diversas estratégias da ECU, como por exemplo:

- Enriquecimento de aceleração rápida;
- Estratégia de freio motor;

- Estratégia de marcha lenta;
- Estratégia de desaceleração;
- Estratégia de Cut-off etc.

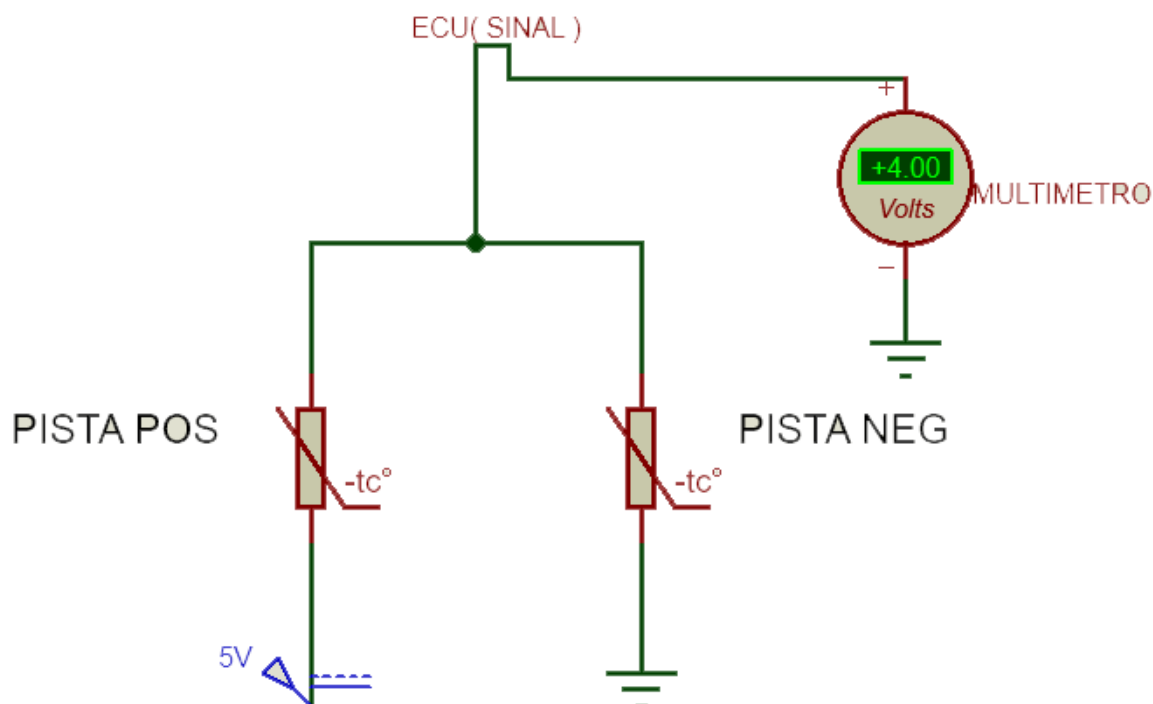
Conector e Sinal

O sensor TPS é composto basicamente por 3 pinos:



O sinal do sensor TPS pode variar de 0 a 5V conforme aceleração 0% a 100% ou pode variar de 5V a 0V conforme aceleração de 0% a 100%.

Por isso devemos ter cuidado na hora de aplicar o sensor TPS, pois, existem sensores com a aparência idêntica, pinagem idêntica e se casa perfeitamente no local, porém, tem o padrão contrário de funcionamento.



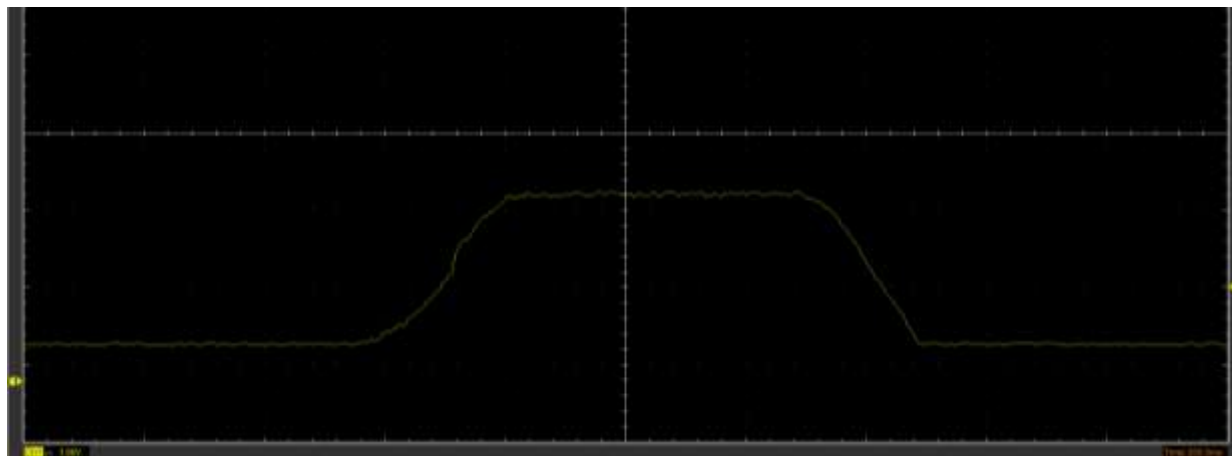
Esquema técnico de um Sensor TPS, na parte de baixo alimentação negativa e positiva (5V), e na parte de cima as resistências se interligam formando o divisor de tensão variando a tensão de acordo com a posição específica de cada pista do potenciômetro que trabalha conforme movimentação do eixo.

O sinal do sensor TPS deve ficar em torno de 100 mV até 4,8 V , variando de carro para carro, sempre, mas o intuito de alertar sobre esse “em torno” é que, caso o sinal fique totalmente negativo (0V) ou totalmente positivo (5V) a central reconhecerá como um DTC , curto circuito ao positivo, curto circuito ao negativo ou circuito aberto.

Para testar esse sensor podemos utilizar o multímetro em tensão elétrica e verificar a tensão elétrica conforme aceleramos, não pode haver “buracos” ou picos de tensão na progressão de aceleração. Podemos também testar com o scanner, realizar a medição do ângulo de abertura da borboleta e verificar a progressão, ou testar com o osciloscópio...

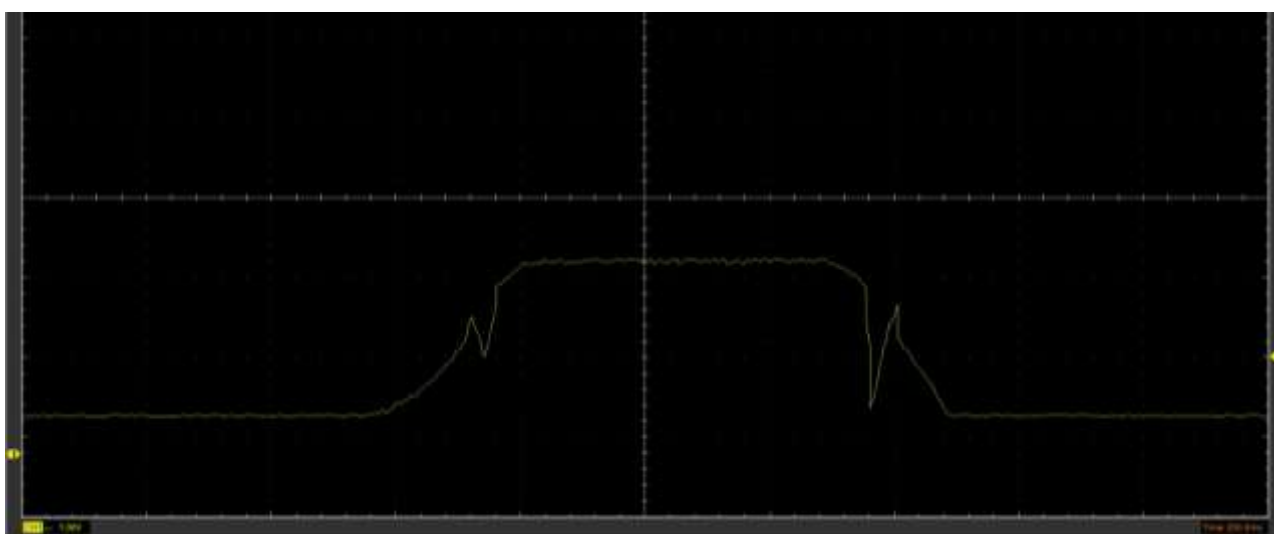
Osciloscópio

O gráfico padrão de um sensor TPS acelerando progressivamente, segurando acelerado e então soltando progressivamente:



Neste teste nós procuramos por inconformidades no sinal, como buracos ou picos de tensão, e caso encontremos, verificar novamente para fazer a prova real do problema. Este TPS trabalha de 0 a 5V.

Faça este teste com apenas a chave ligada e o motor desligado e depois refaça com o motor ligado para ver se não há problemas de alimentação negativa quando ligado o motor.



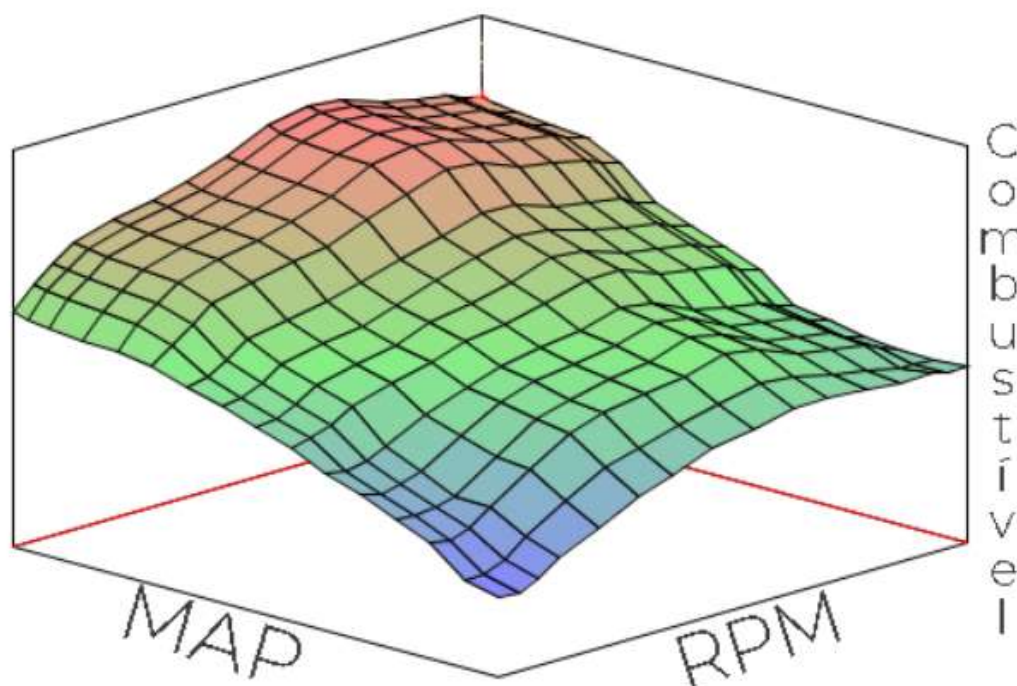
Sensor Tps com falhas na progressão do sinal. Solução: Substituído o TPS.

Sensor de pressão absoluta (MAP)

O sensor de pressão absoluta está ligado ao coletor de admissão através de alguma tubulação ou diretamente acoplado ao coletor.

Este sensor é capaz de medir a pressão real dentro do coletor de admissão, nos motores a gasolina que a aceleração é controlada através do fluxo de ar limitado pela borboleta de aceleração nós possuímos na marcha lenta e em condições de baixa carga o que chamamos de vácuo, isso porque, a pressão interna do coletor de admissão é menor que a pressão atmosférica presente.

O sensor MAP é o principal sensor utilizado para cálculo de injeção de combustível, já que através da pressão interna do coletor aliado com a rotação do motor e temperatura é capaz de mensurar a massa de ar admitida no motor. Com isso a central faz o cálculo de injeção de combustível necessária e injeta.



Perceba que, quanto maior o MAP maior a quantidade de combustível injetado. E é utilizado um mapa em 3D relacionado ao RPM do motor. A injeção utiliza diversos gráficos como este para interpolar a quantidade adequada, como o de temperatura, posição do acelerador, etc.

Agora que vimos que até mesmo a temperatura influencia na quantidade de massa de ar admitida, tenho uma pergunta para você. É fato que em diferentes locais a pressão atmosférica é diferente, por exemplo, na praia próximo ao nível do mar a pressão atmosférica é maior que em uma montanha com altitude bem superior ao nível do mar, isso faz com que se tenha menor pressão disponível no ar, se há menor pressão disponível no ar como consequência o motor admite menor massa de ar em circunstâncias parecidas.

Se viajasse de onde você está até uma montanha (Não sei onde você está nesse momento, talvez já esteja em uma, se já estiver, finja que não está por favor!) é fato que a injeção eletrônica teria uma regulagem diferenciada. Isso afetaria a injeção de combustível?

Existe outra função do sensor MAP que é a seguinte, toda vez que ligamos a chave do veículo a central de injeção eletrônica lê a pressão do sensor MAP que, como o motor está em repouso, está com a pressão atmosférica. Desta forma a injeção consegue se ajustar ao ambiente que se encontra. Gosto de dizer que o sensor MAP é também uma ferramenta, pois, a pressão interna do motor é fruto da regulagem de válvulas, sincronismo do motor, etc. Dessa forma conseguimos fazer um diagnóstico muitas vezes através do mesmo.

Alguns scanners vão apresentar a pressão do sensor MAP em mmHG (milímetros na coluna de mercúrio), mas o mais comum é em mBar, ou seja milibar.

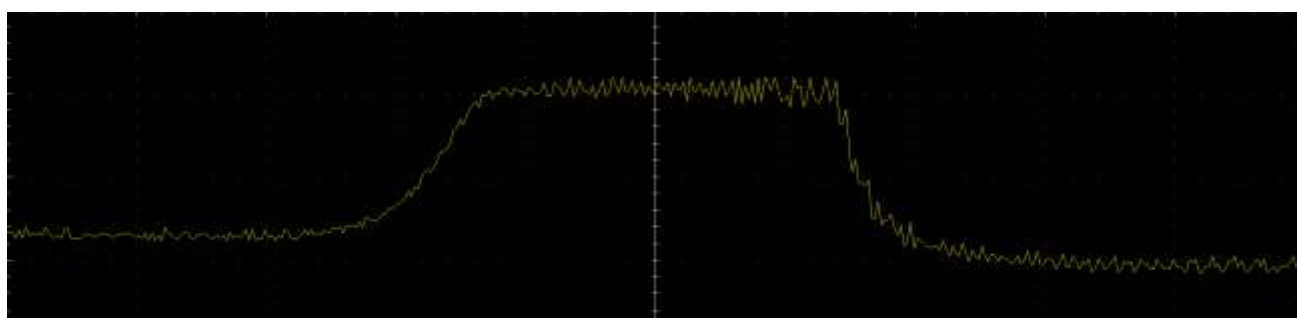
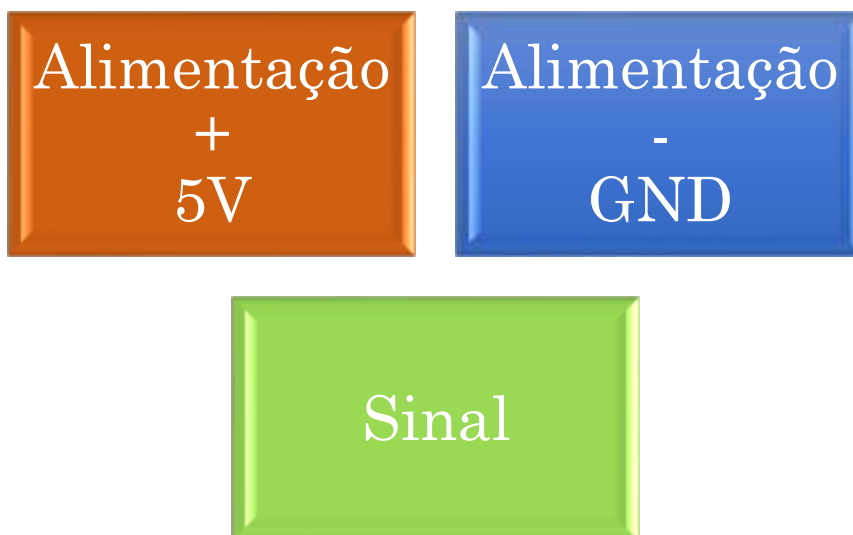
A pressão atmosférica é próxima de 1013 mBAR, dependendo de onde você se encontra claro.



Existe também a variação do sensor MAP que é o sensor MAP com sensor de temperatura do ar acoplado junto, que é comumente chamado de TMAP. O sensor MAP também não deve ser limpo com Descarbonizantes ou Solvente.

Conector e sinal

O sensor MAP possui uma pinagem bem simples e similar ao do sensor TPS:



Acima sinal do sensor MAP na lenta, em seguida é acelerado no fundo o motor e após solto. Quando aceleramos o motor forte a pressão interna do coletor de admissão com a borboleta 100% aberta tem que ser igual a pressão atmosférico, por isso, realizamos este teste. Quando o sensor MAP possui o sinal de temperatura do ar acoplado ele possui mais um pino, totalizando 4, segue os 3 pinos do MAP e anexa mais um para o sinal do temperatura do ar que utiliza o mesmo negativo do MAP de referência. Geralmente o sensor MAP tem capacidade para medir pressões de até 1150 milibar, então a pressão atmosférica padrão não atinge o teto máximo de leitura do sensor. (Para carros sobrealimentados o MAP possui teto máximo aumentado)

Sensor de rotação e PMS (CKP)

Este sensor é o sensor responsável por informar a central de injeção eletrônica a rotação do motor, mas mais que isso, ele é responsável por informar a posição do virabrequim, por isso também é conhecido como sensor de posição da árvore de manivelas ou virabrequim.

CKP em inglês : Crankshaft position sensor (Sensor de posição do virabrequim).

Este sensor tem a capacidade de informar a UCE a posição exata do virabrequim e com isso a central utiliza este sinal para determinar:

- A rotação do motor;
- A posição do virabrequim;
- A posição de PMS;
- O ponto de ignição;
- O ponto de injeção de combustível;
- Eficiência de combustão.

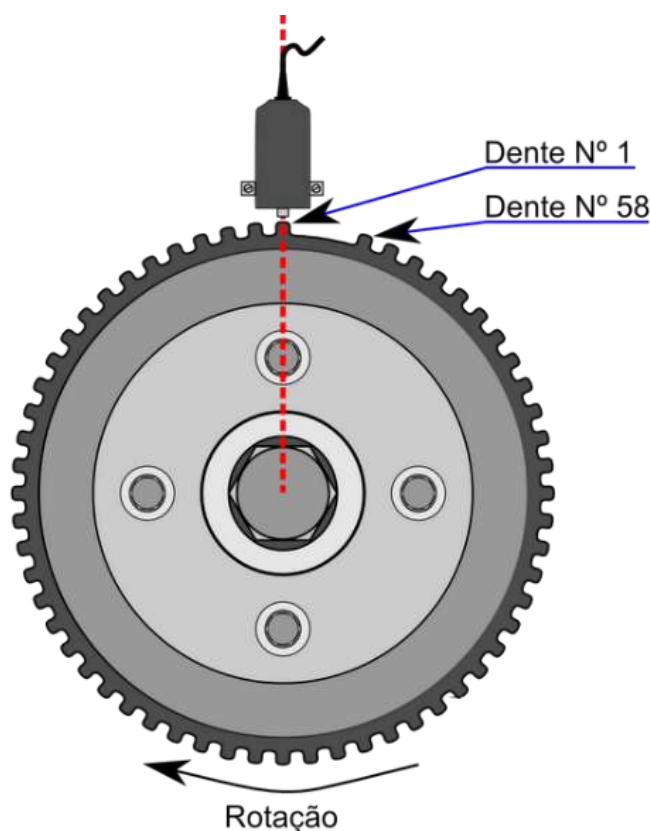
O sensor de rotação funciona por princípios eletromagnéticos e os sensores atualmente aplicados são de dois tipos:

1. Indutivos;
2. Efeito Hall.

São sensores que desempenham a mesma função, mas possuem características diferentes tanto de geração de sinal como de alimentação do sensor, estudaremos os dois casos mais à frente.

O sensor de rotação é instalado próximo a uma roda fônica dentada que possui um certo número de dentes e uma falha para identificação do PMS.

Existe diversos modelos de roda fônica disponíveis no mercado, porém vou apresentar 2 aqui que são bastante utilizadas.



Ao lado uma roda fônica padrão 60-2 dentes, isso significa que ela possui 58 dentes e falha 2 dentes.

É uma das mais utilizadas nos veículos, o PMS do pistão varia a posição de veículo para veículo, por exemplo, o Astra 2.0 fica no 20º dente. Isso significa que a central sabe que depois da falha dos dois dentes, no 20º é o PMS do cilindro 1, a partir disso ela calcula o ponto de ignição, injeção etc.

Outro modelo bastante aplicado também é a 36-1 e 36-2, o que muda é somente o número de dentes. A roda fônica com 60-2 possui uma resolução superior as outras.

Em uma volta do motor possuímos 360º e 60 dentes (58 e falha 2), isso significa que a cada dente $360^\circ/60$ dentes , possuímos 6° . Ou seja, a cada dente lido o motor girou 6° , claro que 6° é uma resolução pouco razoável, já que é o bastante para quebrar um motor essa diferença, por isso a central utiliza de contadores internos para dividir o tempo entre um dente e outro melhorando a resolução para dependendo o caso até meio dente.

O sensor de rotação também é utilizado pela UCE para mensurar a eficiência da combustão dos cilindros, ela calcula o tempo que o pistão leva para completar o ciclo de combustão e compara com os outros cilindros, caso algum cilindro esteja com um tempo superior para completar este ciclo aquele cilindro pode estar com uma falha de combustão.

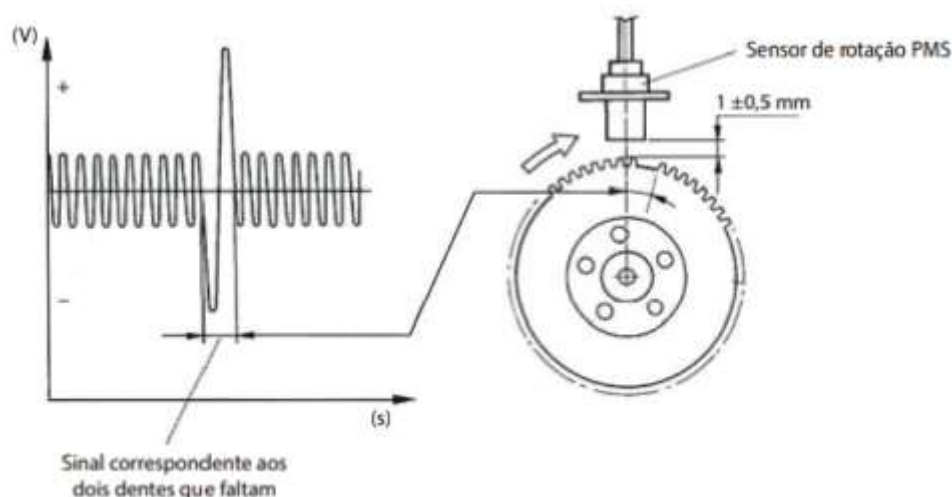
Sensor Indutivo

O sensor indutivo é constituído de uma capa tubular dentro do qual existe um imã permanente e uma bobina em sua volta. Seu funcionamento é baseado no princípio de indução magnética, ao girar a roda fônica, o intervalo entre os dentes do rotor de sinal altera o fluxo do campo magnético no interior do sensor, induzindo uma tensão elétrica alternada na bobina do sensor. A UCE avalia essas oscilações de tensão e a frequência da mesma e a partir disto, deduz a rotação, aceleração e ou desaceleração.

Essas oscilações induzem uma força nas extremidades da bobina, gerando uma tensão alternada de acordo com a velocidade da passagem dos dentes da roda fônica pelo sensor, o valor de pico da tensão na saída do sensor depende, entre outros fatores, da:

- Resistencia;
- Da distância do sensor e os dentes da roda fônica.

Em uma roda fônica cujo há falhas para sincronismo (por exemplo 60-2 e 36-1) o início do sincronismo para a injeção e ignição é reconhecido logo depois do espaço vazio dos dentes que faltam, esse espaço vazio gera um amplitude de sinal diferenciada dos outros dentes, que faz o modulo iniciar uma contagem a partir do primeiro dente depois da falha, após um determinado número de dentes após a falha encontra-se o PMS que varia de veículo para veículo.

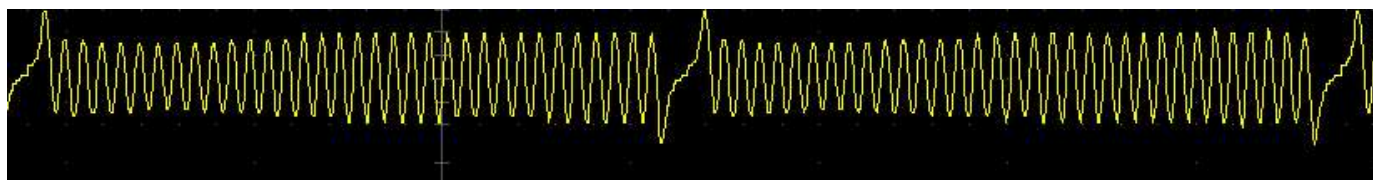


O sensor indutivo gera uma tensão alternada como já vimos anteriormente e de tensão variada também que depende da rotação do motor, característica do sensor, da roda fônica e do distanciamento do sensor.

O sensor de rotação consegue informar a UCE sobre o PMS do cilindro 1, porém a UCE não sabe se o cilindro 1 está em compressão entrando em combustão ou se o cilindro 1 está em escape entrando em admissão (cruzamento de válvulas).

Por isso, veículos equipados apenas com sensor CKP são capazes de trabalhar apenas com injeção semi sequencial, isso é, banco a banco com os cilindros gêmeos.

Injetando tanto no 1-4, como no 2-3, o cilindro que está em admissão recebe a mistura e o outro aguarda como já vimos anteriormente.



Acima, um gráfico de um sensor de rotação indutivo, as vezes acontece de o veículo se encontrar com uma roda fônica torta ou com algum dente amassado. Isso é possível observar através da leitura do sinal com osciloscópio, por exemplo, os chevrolets acontecem bastante problemas relacionados a roda fônica, já peguei diversos veículos com a roda fônica torta e como consequência havia distorção em alguns dentes do sinal e quando acelerava o motor acima de 3 ou 4 mil RPM o sensor simplesmente não conseguia ler o sinal de rotação causando uma falha na UCE.

Algumas características do sensor indutivo:

- Possui ímã na ponta;
- Possui necessariamente 2 pinos para funcionar;
 - Alguns sensores possuem 3 pinos, sendo 2 de sinal e uma malha de aterramento contra interferências;

- Possui uma bobina e portanto pode ser medida com multímetro a resistência;
- Não necessita de alimentação externa, a própria indução do sensor gera o sinal.



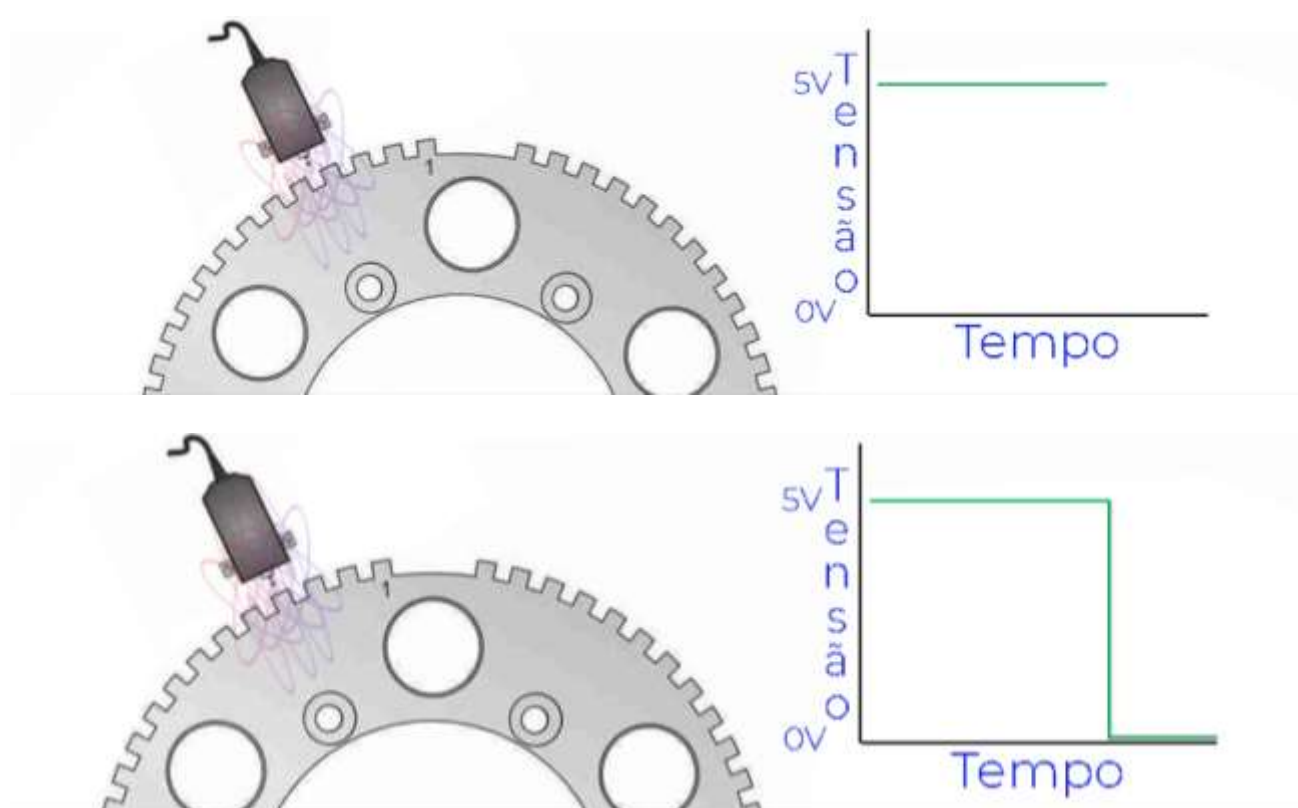
Desses 3 pinos, 2 deles formam a resistência do sensor envolta do imã, podemos medir a resistência do sensor e comparar com a especificação técnica que pode ser encontrada em literaturas ou esquemas elétricos. Alterações na resistência do mesmo pode fazer com que depois de aquecido, por exemplo, ele possua uma leitura distorcida ou até mesmo com amplitude diferenciada.

A aplicação correta deste sensor é fundamental para o bom funcionamento do sistema, pois, até mesmo uma diferença milimétrica pode alterar a forma de sinal do sensor e comprometer o funcionamento da UCE.

Sensor de efeito Hall

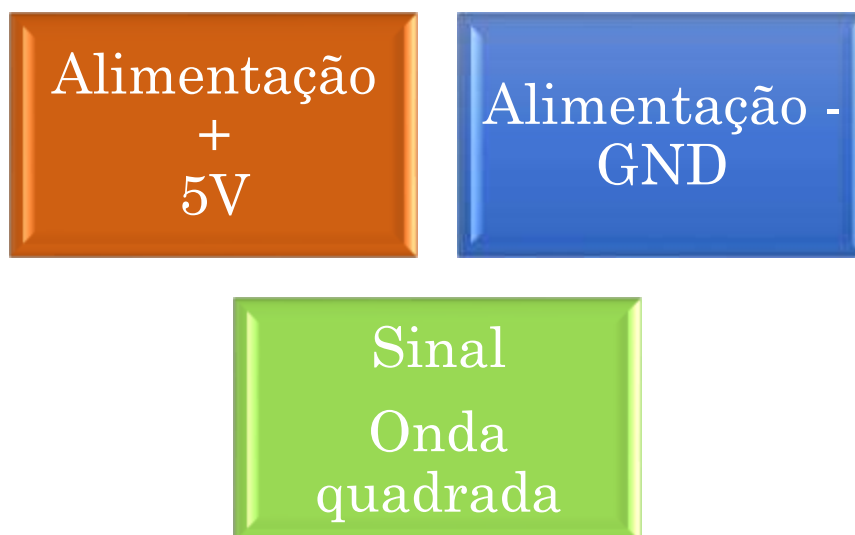
O sensor de efeito hall possui todas as estratégias e formas de cálculos do sensor indutivo, porém, apresenta uma forma de trabalho diferente. Possuem uma construção mais complexa e custo elevado comparado ao indutivo, devido ao seu circuito interno com alimentação elétrica, mas tem a vantagem de não dependerem da rotação do eixo para gerar o sinal, dessa forma conseguem capturar sinais perfeitos a baixíssimas rotações por minuto.

Estes sensores possuem funcionamento eletro magnético semelhante ao sensor indutivo, mas com a vantagem de serem alimentados eletricamente pela UCE, ao ser alimentado o circuito do sensor produz um campo magnético em seu redor, quando algum material que contenha ferro, como o aço da roda fônica se aproxima do sensor, o campo magnético é distorcido, o circuito detecta a presença do metal e altera o nível lógico de saída do sinal do sensor. Conforme a roda fônica gira, os dentes e entalhes passam pelo sensor, fazendo com que o nível de tensão se altera, gerando um sinal com onda quadrada para a UCE



O sensor hall atua na presença e na falta de metal em sua frente, gerando um sinal de onda quadrada em sua saída.

O sensor hall necessita uma alimentação proveniente da UCE, antigamente era alimentado com 12v, hoje a maioria dos sensores que conheço e trabalho são alimentados com 5V, dessa forma o sensor de rotação de efeito Hall possui a pinagem padrão presente em diversos sensores da injeção eletrônica:



O sensor Hall gera um sinal na casa de 200 mV para nível lógico baixo e na casa de 4,7V para nível logico alto. A fim de estratégias o sensor de efeito hall possui as mesmas do indutivo, com exceção da falha dos dentes que o padrão é um pouco diferente.



Observe o padrão de falha de dois dentes como é diferente do sensor indutivo, a falha dos dois dentes gera um vão literalmente vazio, porém a central interpreta da mesma forma. A onda quadrada é medida com tensão contínua e sempre tem uma mesma tensão independente da rotação do motor.

Osciloscópio

Utilizamos o osciloscópio no sensor CKP para verificar o estado da roda fônica e do sensor de rotação em si. Também utilizamos para verificar o sincronismo virtual do motor (sincronismo entre virabrequim e comando de válvulas), veremos isso mais a frente.

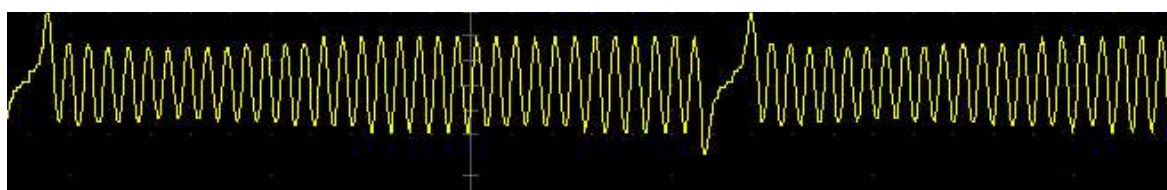
SENSOR HALL	SENSOR INDUTIVO
Tensão contínua	Tensão Alternada
Onda Quadrada	Onda Senoidal

Os gráficos variam de veículo para veículo, roda fônica para roda fônica, por isso não existe um padrão fixo, existe um modelo, que já vimos.

Onda quadrada para sensor hall:



Onda senoidal para sensor indutivo:



Sensor de fase (CMP)

O sensor de fase ou CMP em inglês: Camshaft Position Sensor, significa sensor de posição do comando de válvulas.

Como já vimos anteriormente através do CKP a central de injeção eletrônica consegue definir o PMS, porém não consegue definir o tempo dos cilindros, para isto o sensor de fase foi aplicado ao comando de válvulas.

O sensor de fase pode informar a UCE quando o pistão 1 entrará em combustão/ Admissão e a partir disso a central defini na roda fônica a posição exata de cada cilindro em admissão para poder fazer injeção sequencial e até mesmo ignição sequencial.

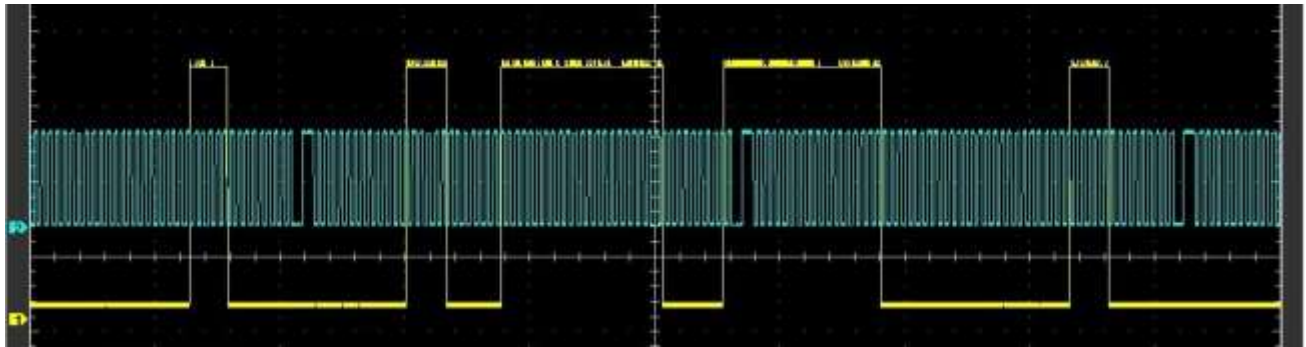
O sensor de fase pode também ser indutivo ou hall e possui todas as características que já vimos até agora, então se faz desnecessário o entendimento de seu funcionamento, já que funciona de forma idêntica ao sensor de rotação, tirando o fato que está instalado na parte do cabeçote para realizar a leitura do comando de válvulas.

Um ponto interessante é que na ausência do sinal do sensor de rotação a UCE consegue através do sensor de fase, em alguns modelos, fazer um cálculo de rotação aproximado e fazer com que o motor funcione em modo de estratégia de segurança com potência reduzida apenas para conduzir o veículo até a oficina.

Existem diversos padrões de sinal do sensor de fase e cada veículo vai possuir sua peculiaridade, mas, acessando as literaturas técnicas temos acesso a essas informações para poder compará-las.

Na falta do sensor de fase a UCE consegue fazer o motor funcionar de modo semi sequencial, injetando em cilindros gêmeos.

Com o sinal do CMP, conseguimos conferir o sincronismo virtual (Sincronismo entre virabrequim e comando de válvulas). Em diversos veículos possuímos polias e rodas fônicas removíveis e este teste é conclusivo para verificar se estão instaladas corretamente ou não.



Acima segue um exemplo, em azul possuímos sensor CKP e em amarelo sensor CMP do motor ea111, não focaremos em detalhes agora neste sincronismo, é apenas para mostrar a infinidade de testes que encontramos na injeção eletrônica e diagnóstico de motores.

O sensor de fase também é utilizado para a UCE verificar o funcionamento do avanço de fase (variador de avanço) e verificar a graduação do avanço se está trabalhando corretamente.



Ao lado um sensor de fase, que vai instalado no cabeçote sobre a engrenagem fônica do comando de válvulas.

Sensor de detonação (KS)

Este sensor também é importantíssimo, ele é o sensor que vai instalado no bloco do motor e tem a capacidade de detectar batidas, vibrações e etc.

O sensor de detonação é responsável por informar a central sobre essas vibrações para que a UCE tome as devidas providências para proteção do motor, bem como: Atraso do ponto de ignição para diminuir o calor na câmara de combustão.



O sensor possui internamente uma massa e um cristal piezo cerâmico que é muito similar o piezo elétrico, determinados esforços mecânicos fazem com que ele gere pulsos de tensão alternada.

Neste caso, os esforços que o sensor está sujeito são as vibrações no bloco do motor, a detonação produz no motor uma vibração muito peculiar que, é transmitida para o bloco do motor e ao atingir o sensor KS ele gera um pulso de tensão referente.

A UCE avalia esses pulsos, identifica o cilindro em ocorrência de detonação, identifica sua intensidade e se a presença é nociva ou não ao motor e define o avanço de ignição para aquele cilindro, podendo ou não atuar nos outros em conjunto.

A detonação pode acontecer no final da combustão, quando ocorre a autocombustão da mistura de gases não queimados nas paredes da câmara de combustão em razão do aumento da pressão e do subsequente início da combustão por ignição, esses picos de pressão resultantes podem danificar os pistões, a junta do cabeçote e até mesmo o cabeçote.

Ocorrendo a detonação a ECU vai ajustando o ponto de ignição (atrasando) lentamente e por etapas até que a detonação pare de ocorrer (OU O LIMITE DE AJUSTE SEJA ALCANÇADO).

Em seguida o ponto de ignição é lentamente reestabelecido para verificação novamente da detonação.

Este sensor de detonação não deve ser instalado com arruelas e/ou calços porque podem interferir na leitura do sensor, se o sinal do sensor de detonação se tornar muito fraco ou inexistente, a UCE pode desativar o controle de combustão e alterar o mapa de ignição, utilizando um mapa de segurança para não danificar o motor.

Outro ponto muito importante é que o sensor de detonação possui torque para instalação, já vi diversos veículos fracos que o problema era apenas o sensor de detonação apertado demasiadamente, fazendo com que o veículo entrasse em estratégia de segurança. (Em geral não pode ultrapassar os 20NM).

Os tempos do motor são Admissão, compressão, combustão e escape, se chama combustão, justamente porque temos controle sobre ela, agora, quando o fenômeno detonação entra em cena é como se houvesse realmente uma explosão, algo sem controle.

A detonação geralmente ocorre nas extremidades dos pistões e câmara de combustão, sem controle nenhum, ela ocorre quando a frente de chama começa o processo de queima da mistura ar combustível e não consegue queimar todo o combustível admitido, com o aumento da pressão no interior do cilindro aumenta a temperatura e provoca a auto ignição das últimas partículas de combustível que não foram queimadas pelo processo de combustão.

A detonação (ou batida de pino, motor grilando etc) provoca um ruído metálico característico, semelhante a batida de dois pinos. Dentre os fatores que causam a detonação podemos citar :

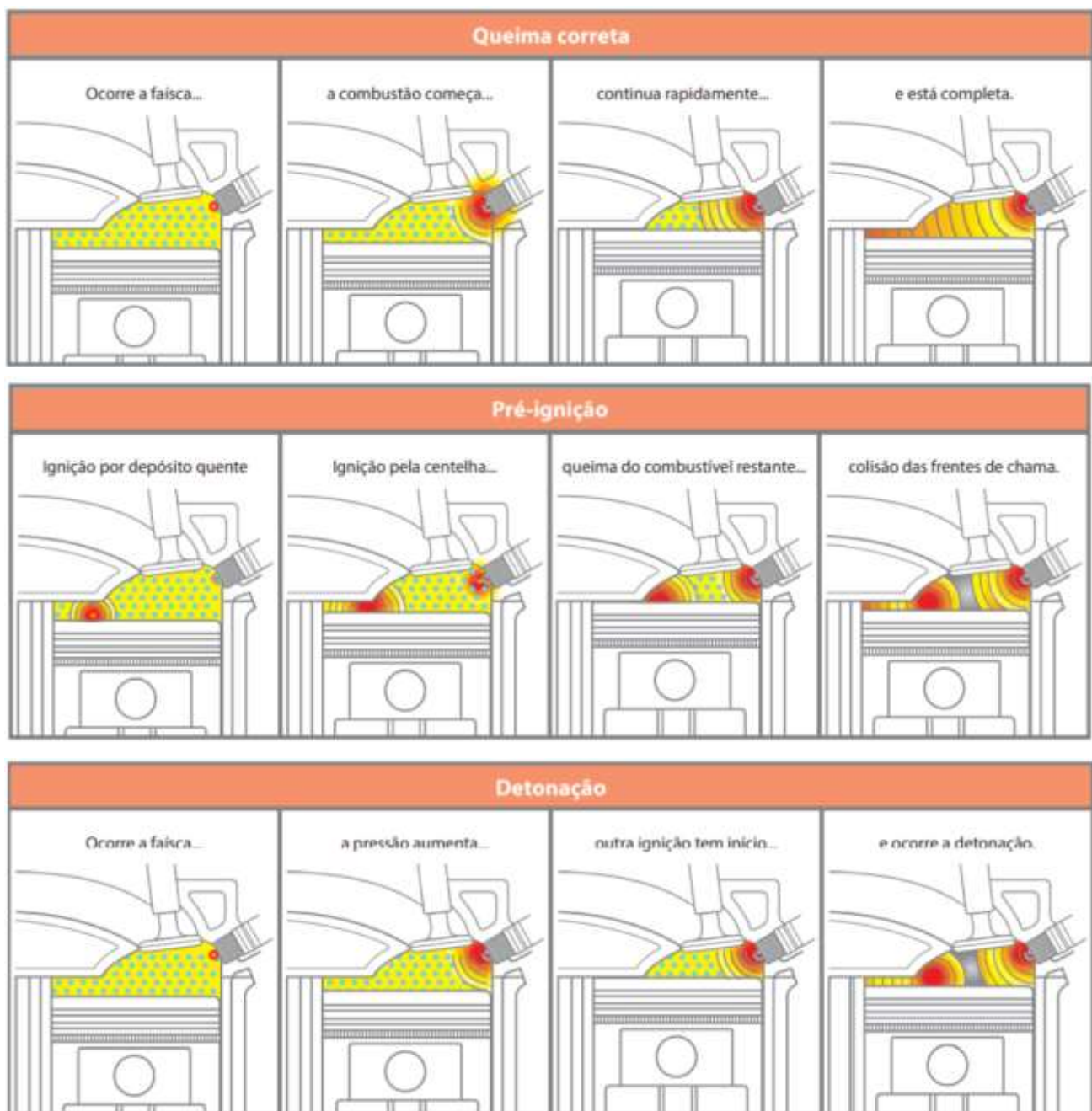
- Taxa de compressão elevada;
- Temperatura;

- Temperatura elevada por aplicação errada da vela de ignição ou por carbonização na câmara de combustão, etc;
- Turbulência da mistura ar/combustível;
- Avanço de ignição excessivo;
- Má qualidade do combustível ou aplicado errado (baixa octanagem).

Pré Ignição

A pré ignição é a combustão que ocorre antes da centelha, por causa de alguma fonte de calor não desejada. O excesso de temperatura do motor e a carbonização são fatores que contribuem para que a pré ignição ocorra.

A detonação apresenta ruído característico, enquanto a pré ignição não apresenta nenhum ruído, logo, não alerta o condutor da existência de tal fenômeno, ambos casos provocam perda de potência e podem causar danos ao motor.



Sensor de Oxigênio

Mais conhecido como sonda Lambda, ou sensor hego, este sensor é localizado no sistema de escapamento antes do catalisador e as vezes, também depois deste.

Integra o sistema de controle de emissões de poluentes e tem a função principal de informar a ECU os níveis de oxigênio presentes no escapamento, através desta leitura a ECU consegue mensurar a relação de ar/combustível presente na queima do ciclo em questão que está sendo queimada pelo motor.

Muita gente acredita que a sonda lambda faz a leitura do combustível no escapamento, mas não é bem assim, ela tem somente a função de informar a quantidade de oxigênio presente no escapamento.

A sonda faz uma comparação com o nível de oxigênio presente na atmosfera com o nível presente no escapamento e informa em forma de tensão elétrica para a ECU, através dessa medição a central consegue mensurar a relação ar/combustível.

O sensor de oxigênio é geralmente constituído por um corpo cerâmico à base de zircônio recoberto por uma fina camada de platina, fechada em uma das extremidades e colocada em um tubo protetor e alojado em um corpo metálico. A parte externa do elemento de zircônio encontra-se exposta ao fluxo de gases do escapamento.



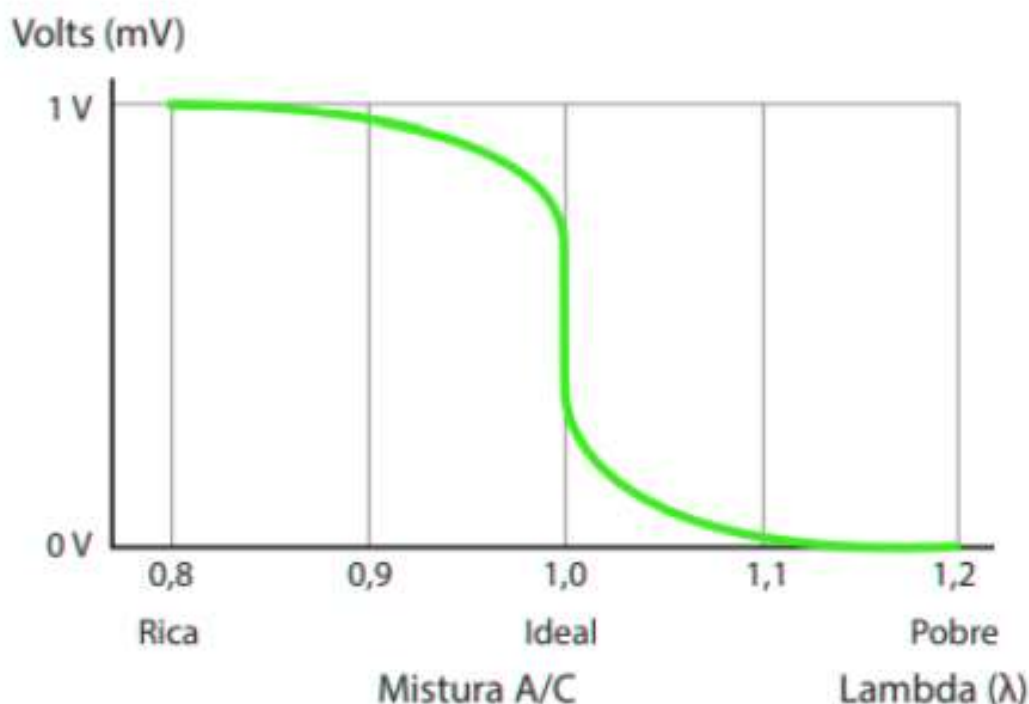
O sensor de oxigênio gera uma tensão elétrica baseado na diferença de oxigênio presente no escapamento e na câmara externa (atmosfera).

Existem basicamente 2 tipos de sonda lambda, de banda estreita e de banda larga, vamos abordar inicialmente as sondas de banda estreita, as sondas de banda

estreita possui uma resposta mais lenta e não tem precisão em toda faixa do fator lambda.

A sonda lambda banda estreita gera uma voltagem própria (não necessitando de uma alimentação externa para funcionar) de 0mV até 1100mV.

As sondas lambdas convencionais de banda estreita que são a maioria, não tem precisão na identificação da mistura ar/combustível, apenas consegue informar a falta ou a presença de oxigênio basicamente, fornecendo uma tensão abaixo de 450mV para misturas pobres e acima de 450mV para misturas ricas. A sonda lambda fornece este sinal para UCE e a UCE recalcula a quantidade de combustível necessária para o próximo ciclo.



Curva característica de uma sonda lambda de banda estreita. Perceba que a maior faixa de tensão da sonda representa o fator Lambda em 1.

Outro detalhe é que para a sonda ter uma leitura eficiente ela necessita estar aquecida a uma certa temperatura, as primeiras sondas disponíveis demoravam um período mais extenso até a sonda alcançar esta temperatura se aquecendo pelos próprios gases de escape e começar a leitura, com o passar do tempo e da

evolução tecnológica, hoje possuímos sondas lambdas com resistência de aquecimento interna para que esse aquecimento se torne mais rápido e a sonda consiga começar a leitura com maior velocidade e eficiência.

O aquecedor da sonda lambda é incorporado ao elemento do sensor, podendo elevar a temperatura da sonda a temperaturas próximas de 800 Cº, próximo de 300 a 350 Cº a sonda já consegue ter sua eficiência de leitura.

O aquecedor da sonda lambda é uma resistência e portanto pode ser verificado com o teste de resistência.

A sonda Lambda é a responsável por informar a UCE se a mistura de combustível esta pobre ou rica, num funcionamento normal a sonda fica sempre oscilando entre pobre e rica, pobre e rica e a UCE oscilando o tempo de injeção também, caso, a sonda detecte uma mistura pobre por exemplo e a UCE aumente o tempo de injeção e a sonda ainda assim marque pobre, a UCE vai aumentar novamente o tempo, caso a sonda ainda venha a não satisfazer a condição esperada pela UCE, a central vai começar a alterar os parâmetros de ajuste de combustível.

Existem 2 tipos de ajuste:

- Ajuste de curto prazo;
- Ajuste de longo prazo.

Veremos eles mais a frente, mas, pra ter uma ideia, caso aconteça isso a UCE pode abrir a estratégia de aprendizado de combustível, no caso dos FLEX e é dessa forma que a central identifica a porcentagem de álcool presente no tanque, ela vai regulando a injeção até alcançar a estequiometria como resultado da queima.

Conector e Sinal

A sonda lambda possui algumas variações entre conectores, mas em sinal é quase tudo igual, em exceção as sondas AF e sondas banda larga, focaremos agora em sondas de banda estreita (sondas finger).

Primeiro vamos conhecer um pouco sobre a história da sonda lambda:



Esta é uma sonda de 1 fio apenas, ela utiliza a própria carcaça da sonda como aterramento de referência e o fio dela é o fio de sinal. Esta é uma sonda mais antiga e tem muitas desvantagens, como por exemplo:

- Não possui um fio negativo de referência, se houver mal contato na surdina pode ler incoerentemente.
- Não possui resistência de aquecimento, dessa forma leva mais tempo para começar a ter eficiência.

Foi mais utilizada em veículos chevrolet e não é encontrada atualmente em nenhum sistema. Ela pode ser substituída por alguma sonda mais moderna basta fazer a instalação do sistema de aquecimento que veremos mais a frente.



Esta é uma sonda de 3 fios, essa sonda já possui aquecedor acoplado internamente, por esse motivo ela já tem respostas mais rápidas e sua eficiência também é alcançada mais rapidamente já que a resistência interna aquece a sonda na temperatura de trabalho. Porém, o negativo de referência do sinal ainda é aterrado na carcaça e utiliza a surdina como condução negativa.

Geralmente a pinagem é a seguinte:

- Fio Preto – Sinal Sonda Lambda
- Fio Branco – Positivo aquecedor
- Fio Branco – Negativo Aquecedor

A desvantagem desta sonda é justamente ainda utilizar o negativo na carcaça, isso pode causar diferença de tensão entre a surdina e o negativo da bateria e alterar o sinal de saída da sonda, é válido medir a diferença de tensão entre a surdina e o negativo da bateria, que deve estar abaixo de 50mV.



E esta sonda de 4 fios que é utilizada faz um tempo e ainda é até os dias de hoje, claro que com melhorias constantes, vamos ver algumas melhorias mais à frente.

Esta sonda de 4 fios é praticamente uma sonda de 3 fios, mas, com o negativo de referência do sinal por fio agora, descartando o negativo da carcaça. Isso torna a sonda muito mais confiável já que o negativo que a sonda recebe é um negativo filtrado pela UCE como referência de sinal.

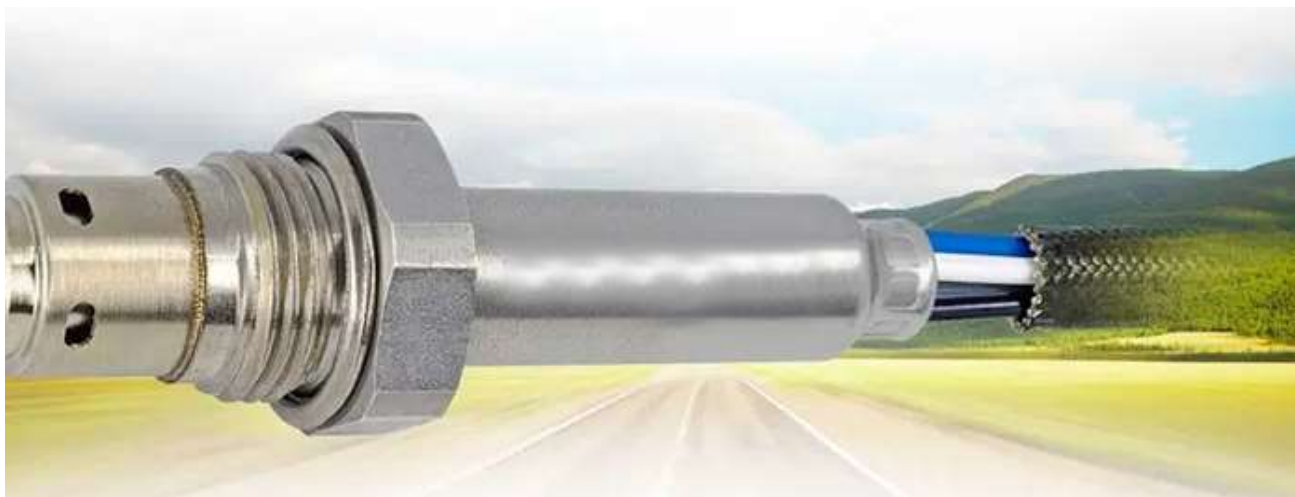
A pinagem padrão da sonda lambda de 4 fios é:

- Fio preto – Sinal
- Fio cinza – Negativo de referência
- Fio branco – Positivo do aquecedor
- Fio branco – Negativo do aquecedor

Perceba que o aquecedor não tem polaridade, portanto, não tem posição fixa, porém, há de haver uma alimentação nesta sonda para que o aquecedor funcione.

Existem algumas sondas com cores de pinagem diferente, como por exemplo, fio roxo ou azul e também algumas sondas de 4 fios que não pertencem a mesma realidade de sinal de que vimos até agora (de 0mv a 1100mv). São por exemplo, as sondas AF que são aplicadas em veículos Honda.

Por exemplo:

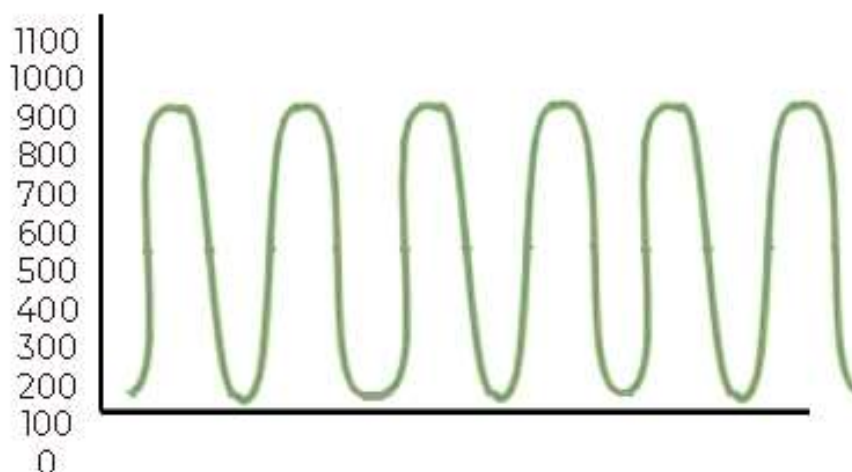


Estas sondas têm um padrão diferente, mas vamos focar nas sondas mais utilizadas e encontradas no mercado, as sondas Finger de 4 pinos.

Todas as sondas que vimos até agora, com exceção desta acima, sonda AF, tem o mesmo padrão de sinal, é gerado uma tensão que se:

- Acima de 450 mV é uma mistura rica (pouco oxigênio);
- Abaixo de 450mV é uma mistura pobre (muito oxigênio).

Por padrão se o sistema estiver funcionando corretamente a sonda lambda vai viver em um ciclo de rico e pobre rico e pobre em uma frequência desta forma:



Este é um sinal de uma sonda funcionando e a UCE conseguindo manter a mistura entre rico e pobre de uma forma, literalmente e coloquialmente falando a manter a média de mistura estequiométrica.

Dependendo o sistema de injeção ela pode variar de 200 a 900, de 100 a 800, o importante é ela trabalhar entre rico e pobre, quando o sinal está acima dos 600 mV mais ou menos a central diminui o tempo de injeção do bico injetor, e quando está abaixo de 400 mV mais ou menos ela aumenta o tempo de injeção, sempre neste ciclo.

Isto na fase aquecida da sonda, a central ignora a sonda nos primeiros momentos, justamente por ela estar fria, veremos sobre estas estratégias mais à frente.

Agora, depois de aquecida, ou teoricamente aquecida (caso a resistência esteja queimada, por exemplo), caso a sonda venha a travar o sinal, temos 2 caminhos a seguir:

1. A sonda está danificada e o sinal está travado;
2. A sonda está lendo uma situação do motor, portanto, está marcando corretamente, porém, o sinal travado é algum reflexo da queima do motor ou problema na injeção eletrônica.

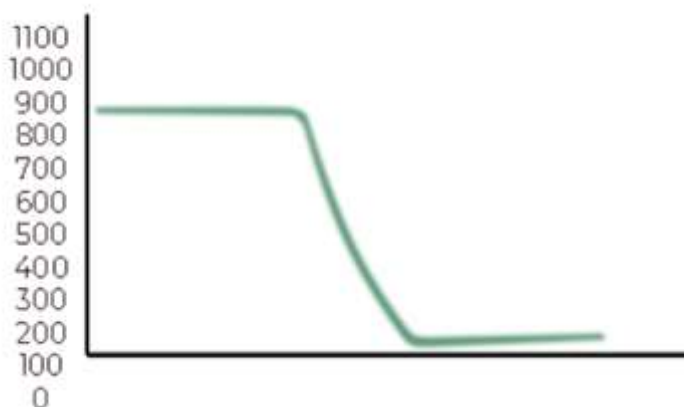
Nestes casos, podemos fazer alguns testes para ver qual o nosso problema, primeiro, verificar a resistência da sonda e verificar sua alimentação.

Também podemos simular uma mistura rica ou pobre na sonda para verificar sua integridade, podemos fazer isso da seguinte forma:

- Mistura rica:
 - Adicionamos desengripante ou combustível extra na admissão do veículo, com isso a sonda terá que aumentar a tensão do sinal e ir próximo a 1V, caso não vá, ela pode estar danificada ou até mesmo “lavada” de tanto excesso de combustível (notará pelo cheiro no escapamento de excesso).



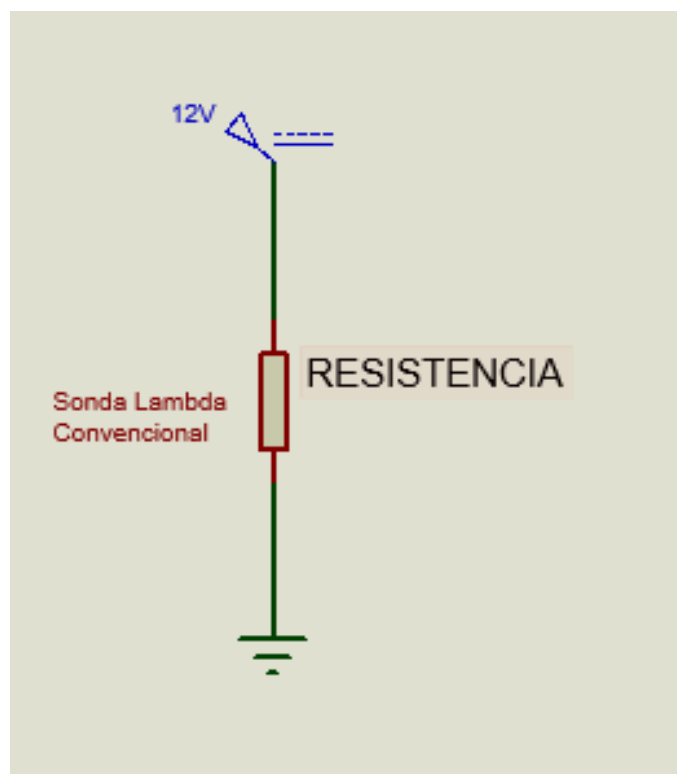
- Mistura pobre:
 - Para simular uma mistura pobre podemos fazer de diversas formas, por exemplo: Desligar a bomba de combustível, estrangular uma mangueira ou o que na minha opinião é mais rápido e efetivo, injetar ar com o bico de ar do compressor pela admissão, este aumento espontâneo de ar vai fazer com que o combustível que esta sendo injetado seja insuficiente para a mistura e a sonda terá que marcar pobre.



Sonda Convencional x Planar

Se você já trabalha na área com certeza já deve ter ouvido falar sobre sonda lambda planar e sua maior eficiência, isso há tempos, porque na atualidade só existem sondas planares. Mas quando ingressaram no mercado criou bastante problemas de aplicação, isso por que a sonda convencional e a planar tem a característica física muito similar, o conector com a mesma pinagem padrão e até o sinal igual...

Agora, a principal diferença entre uma sonda convencional e uma sonda planar está na eficiência de aquecimento e respostas mais rápidas da sonda planar, isso porque utiliza uma tecnologia de aquecimento mais moderna.

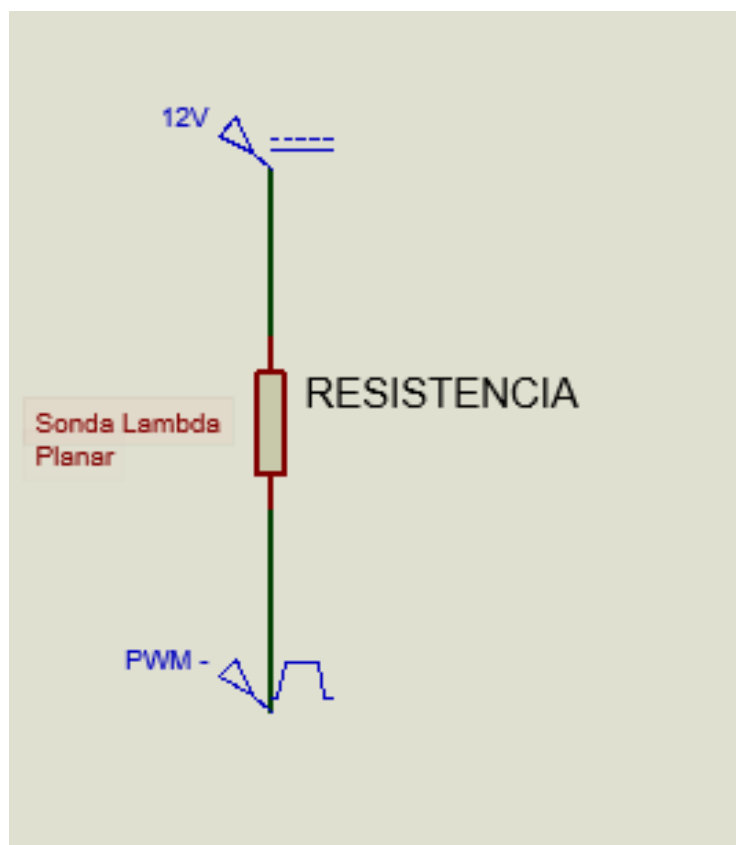


Ao lado um esquema elétrico simplificado totalmente (dispensando relés, fusíveis, conectores etc) de uma alimentação de um aquecedor de uma sonda lambda convencional, ela é praticamente um 12V diretamente em tempo integral..

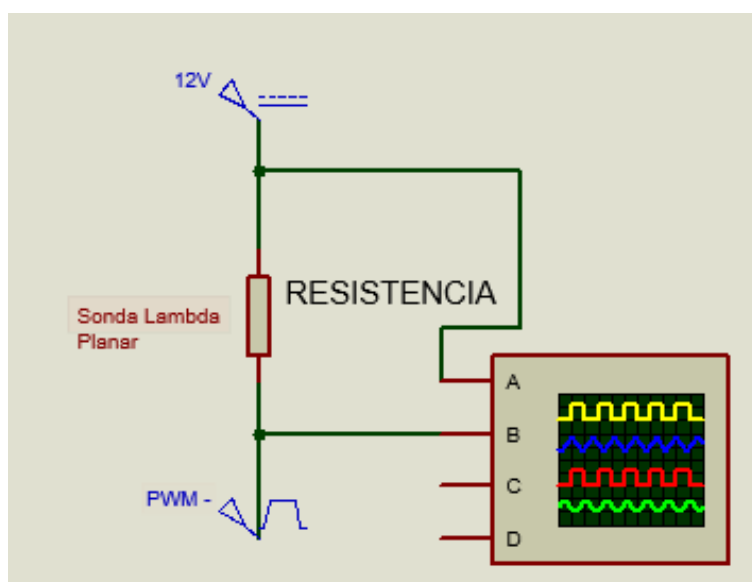
A resistência média de uma sonda convencional é na casa de 2 Ω a 5 Ω .

(Uma média, podemos encontrar sistemas diferentes, com características diferentes).

A resistência de uma sonda convencional e a forma que ela é alimentada é a principal diferença de uma sonda lambda convencional e uma sonda lambda planar.



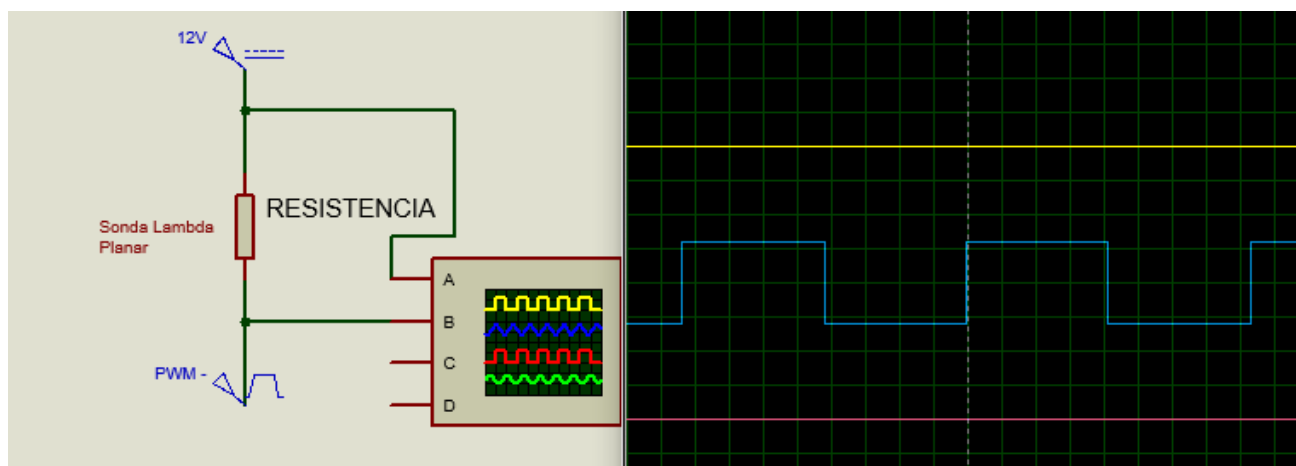
Ao lado, um esquema simplificado, de uma alimentação do aquecedor de uma sonda lambda planar, percebe a diferença, a alimentação positiva segue constante, porém agora, o negativo é um PWM comandado diretamente pela ECU. Dessa forma a ECU consegue controlar o aquecimento da sonda, tornando-a mais eficiente e veloz.



Ao lado o mesmo esquema de cima, mas com um osciloscópio instalado na alimentação positiva e na alimentação negativa.

Canal Amarelo na alimentação positiva e Canal Azul na alimentação negativa.

A resistência média de uma sonda planar é de 8 Ω a 12 Ω , percebe que a resistência é bem diferente da sonda convencional, o que já impossibilita de substituir uma por outra.



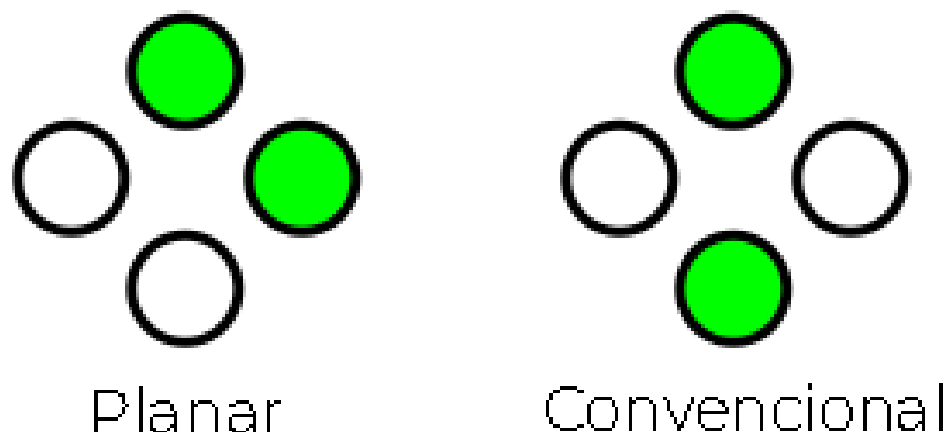
Acima o gráfico do osciloscópio instalado no circuito, em amarelo segue alimentação constante 12V, e em azul a alimentação PWM da ECU que controla a potência de acionamento da resistência da sonda lambda.

Além disso, existem algumas outras características que podemos utilizar para diferenciar uma sonda planar de uma sonda convencional, são elas:

Aspecto visual (não é muito eficiente, pois nos dias de hoje as fabricantes estão modificando o aspecto visual).



Outra característica que é bem interessante é quanto a pinagem da sonda, apesar de serem iguais as cores e forma de funcionamento, a disposição delas no sensor pode ajudar a identificar de que tipo de sonda se trata:



Olhando por trás da sonda, diretamente a saída do chicote da mesma, em verde estão marcados os fios brancos (do aquecedor), caso eles estejam alinhados como a primeira figura é uma sonda planar, caso esteja desencontrado como a segunda figura é uma sonda convencional. Este método é bastante confiável, mas não 100% confiável também.

E a terceira característica é o valor ôhmico da resistência do aquecedor, como já vimos anteriormente.

Sistemas equipados com a sonda convencional, caso a resistência do aquecedor se rompa e a sonda fique sem aquecedor a UCE não consegue identificar este erro. Já nos sistemas com sonda planar que a UCE controla a alimentação PWM do aquecedor, ela consegue detectar se a resistência está conectada ou não, quando ligamos a chave ou até mesmo o veículo o aquecedor da sonda é alimentado com positivo 12v e este positivo entra no aquecedor, atravessa a resistência e chega até a UCE pelo fio do PWM, quando a central detecta este positivo ela sabe que o aquecedor está íntegro e começa a alimentação do aquecedor.

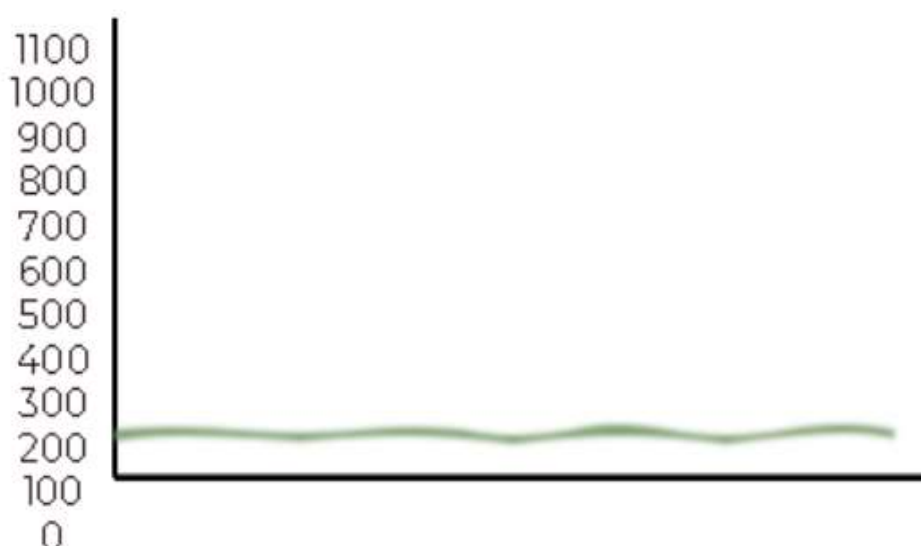
Caso a resistência esteja rompida ou até mesmo desconectada a central não vai receber este positivo e vai marcar uma DTC no circuito aquecedor da sonda.

Sonda pós catalisador

Como vimos a sonda lambda pode estar disposta antes do catalisador e depois do catalisador. A sonda pré catalisador é utilizada para monitoramento integral da mistura ar combustível e tem todas características que já vimos até agora, a sonda pós catalisador foi implementada para monitoramento do sistema catalítico do veículo, ou seja, a eficiência do catalisador, se ele está ou não fazendo a conversão catalítica dos gases de escape.

A sonda pós catalisador tem as mesmas características construtivas da sonda pré catalisador, na verdade, em alguns veículos é até o mesmo modelo de sonda tanto antes do catalisador quanto depois. A única diferença entre elas é o sinal que elas geram, como já vimos a sonda pré catalisador ela analisa a mistura de ar combustível e por isso está sempre oscilando entre rico e pobre, a sonda pós catalisador trabalha o sinal de uma forma diferente.

A sonda pós catalisador não oscila como a primeira sonda, quando o catalisador está em condições adequadas, ela trabalha numa faixa de mistura mais pobre e sem muita oscilação.



Com o veículos em condições mais severas podemos encontrar alguma oscilação na sonda pós catalisador, mas nunca exatamente igual a primeira. Veremos um pouco mais sobre isso no capítulo sobre catalisadores.

Sensor de velocidade (VSS)

O sensor de velocidade, extinto atualmente, já que a UCE utiliza o sinal de velocidade fornecido pelo ABS para cálculos, tem a função, acredite se quiser, (brincadeiras à parte) de informar a UCE a velocidade do veículo.

Este sinal é utilizado pelo painel também, em muitos casos para informar a velocidade do veículo no velocímetro e pode ser utilizado pela UCE para diversas estratégias como:

- Desaceleração;
- Cut-off;
- Marcha-lenta.

Entre outras, que veremos mais adiante, agora, o sensor de velocidade é muito simples, ele pode ter 2 formas de funcionamento, indutivo ou hall, igual já vimos extensamente no CKP e CMP, o sensor de velocidade vai fazer a leitura de alguma roda fônica ou em diversos casos, uma engrenagem acionada pelo diferencial vai girar o eixo do sensor e internamente algumas janelas vão fornecer o sinal para o sensor funcionar e então através da frequência deste sinal a UCE consegue definir a velocidade do veículo.



Ao lado um sensor de efeito Hall que é conectado na caixa de câmbio de um lado e do outro lado vai um cabo de velocímetro conectado ao painel, neste caso, o sensor serve apenas para UCE, o velocímetro ainda é a cabo. Os mesmos testes de alimentação do CKP servem para este sensor, com a pequena diferença que este sensor de velocidade muitas vezes funciona com tensão de 12V.

Conector e Sinal

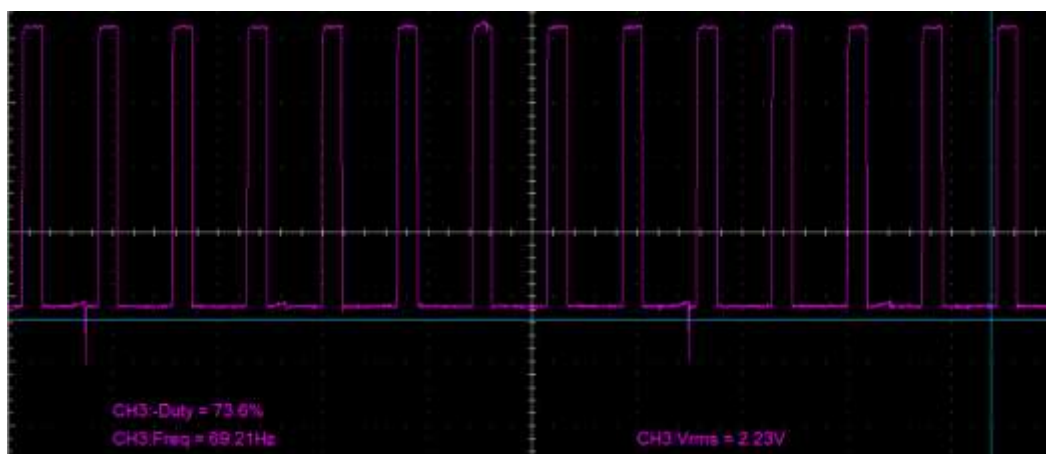
Como já disse anteriormente os mesmos testes valem, mas para não ficar dúvidas, vamos definir aqui então a pinagem da maioria dos sensores (Efeito hall). A maioria deles trabalham com efeito hall. Quero saber se nessa altura do campeonato você já sabe por quê?

Por que os sensores indutivos não se dão bem a baixas frequências/velocidades, por exemplo, o veículo a 5km/h o sensor hall se dá melhor nessas aplicações, na verdade em quase todas ele se dá melhor, mas aqui não é questão de se dar melhor, é questão de ficar bom praticamente.

Então os 3 pinos do sensor:



E abaixo, uma imagem similar a um sensor de velocidade, para definirmos a velocidade do sensor realizaremos a medição da frequência, neste caso : 69Hz e utilizaremos alguma literatura técnica para comparação.



Sensor de fluxo de ar (MAF)

Este sensor muito conhecido como MAF (Mass Air Flow Sensor) e em português sensor de fluxo de massa de ar.

Este sensor vai instalado geralmente entre o filtro de ar do motor e a TBI e é responsável por medir a quantidade de massa de ar que está passando por ele para dentro do motor. A UCE utiliza esta informação junto com temperatura do ar e pressão do coletor para mensurar a massa de ar admitida e calcular a quantidade de combustível necessária para o ciclo.

Antigamente nos primeiros sistemas possuíamos um sensor que era chamado de debímetro, com uma palheta interna, aquele media o volume de ar passando, como já estamos cansados de ver que o volume do ar se altera de acordo com a temperatura o sensor MAF é muito mais eficiente pois ele faz a medição da massa de ar em kg por exemplo.

Existem basicamente 2 tipos de MAF:

- Sensor MAF por fio aquecido;
- Sensor MAF por filme aquecido.

Ambos possuem funcionamento muito similar, mas com algumas características diferentes.

O sensor consiste basicamente em manter este fio/filme aquecido dentro do sensor e de acordo com a quantidade de massa de ar que passa resfriando o mesmo dentro do MAF é então calculado a massa de ar por segundo ou minuto.

A transferência de calor é proporcional ao número de moléculas de ar que entram em contato com o elemento aquecido resfriando este elemento, por isso o sinal gerado é em massa de ar e não volume.

MAF por fio aquecido

O sensor MAF por fio aquecido consiste em um circuito controlador alimentando este fio aquecido e monitorando sua temperatura.



Este fio aquecido vai instalado de forma que o fluxo de ar passando pelo MAF resfrie o fio aquecido, quando isso acontece o circuito de monitoramento da temperatura do fio aumenta a corrente de alimentação para aumentar a temperatura do fio para manter sempre em uma temperatura constante e a corrente que o fio consome para se manter sempre na mesma temperatura é o valor da massa de ar que está passando pelo sensor.

Diversos MAF trabalham com o fio a uma temperatura fixa de 120 Cº e a corrente necessária para manter o fio aquecido é proporcional a quantidade de massa de ar passando pelo sensor.

No sensor MAF sempre está acoplado o sensor IAT, ou seja, temperatura do ar também. Utiliza-se o sensor IAT para monitorar a temperatura do ar circulando diretamente no fluxo de ar pois a UCE precisa saber que a temperatura do fio aquecido é superior a temperatura do fluxo de ar admitido. Este fio aquecido pode acabar se sujando com alguma sujidade até química as vezes, por esse motivo quando o veículo é desligado o circuito do MAF aquece este fio a uma temperatura bem alta para queimar qualquer impureza que possa estar neste fio.

O sensor MAF podemos dizer que é um circuito a parte, já que, internamente ele calcula essa corrente necessária para manter o fio aquecido e converte isso em forma de tensão elétrica para a UCE. Então o sinal deste sensor para diagnóstico é digital, que pode ser de 2 formas, um sinal de 0 a 5V ou em uma onda quadrada em forma de frequência.

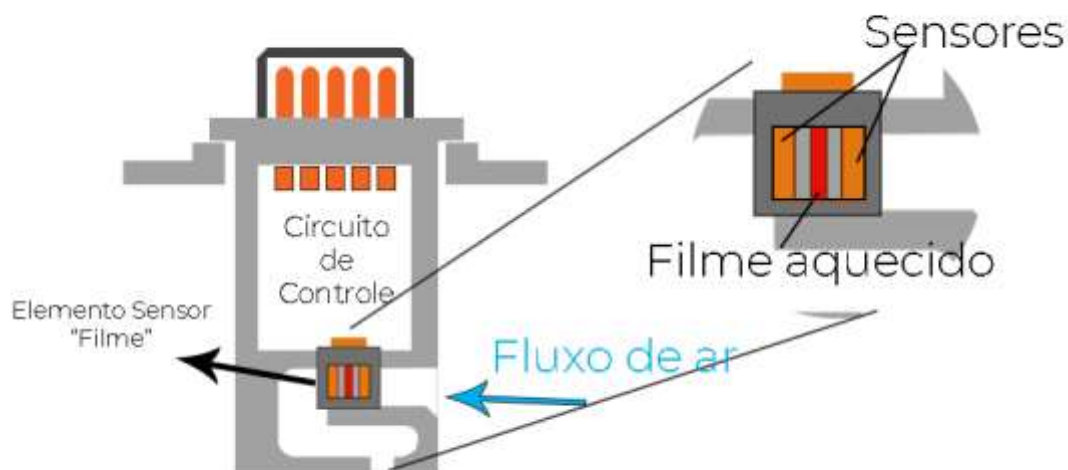
MAF por filme aquecido

O sensor MAF por filme aquecido tem praticamente o mesmo princípio do MAF com fio aquecido, para nós na verdade não modifica em nada, porém, como eu gosto sempre de saber como as coisas acontecem e por que acontecem da forma que acontecem, nós vamos estudar como funciona esse MAF por filme aquecido.

O MAF por filme aquecido tem um funcionamento mais simples, boa parte do circuito é montado em um substrato cerâmico na forma de pequenos resistores.



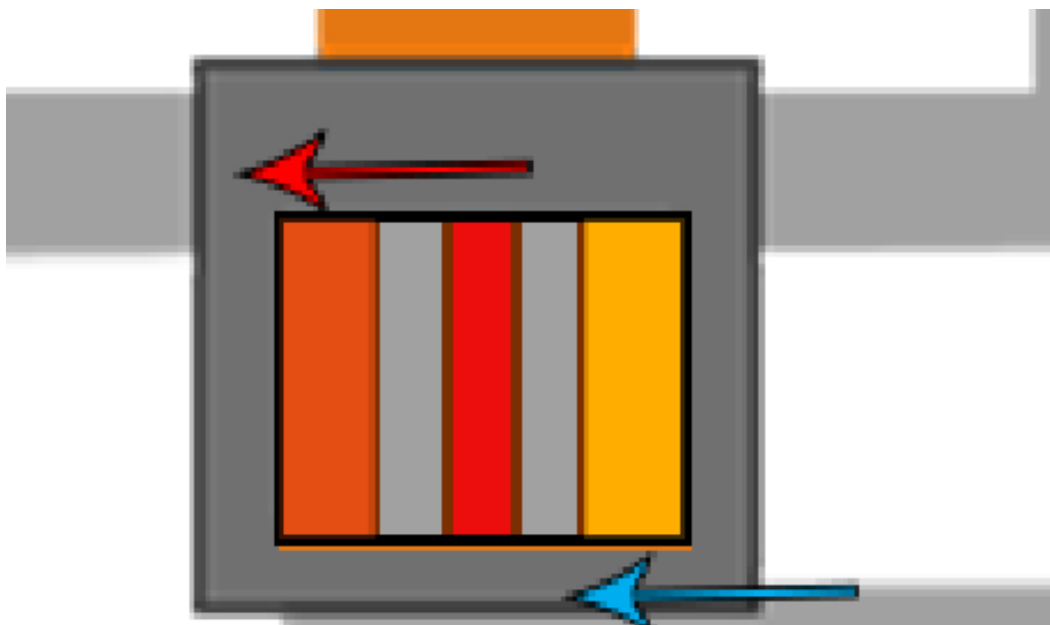
Para resolver os problemas de impurezas a parte importante do sensor é montada em uma região protegida para evitar a necessidade do aquecimento para limpar as impurezas, com isso se ganha vida útil do sensor.



O elemento sensor de filme aquecido possui uma listra central, destacada em vermelho na imagem do sensor que é responsável pelo aquecimento do filme. Nas laterais são instalados 2 sensores de temperatura, um na entrada do fluxo de ar e outro após a zona de aquecimento.

Se não houver fluxo de ar a temperatura do aquecimento vai ser distribuído igualmente nos dois sensores e a temperatura de ambos será igual. No momento que o fluxo de ar começa a circular duas coisas acontecem:

1. O primeiro sensor é resfriado pelo fluxo de ar;
2. O segundo sensor é aquecido .

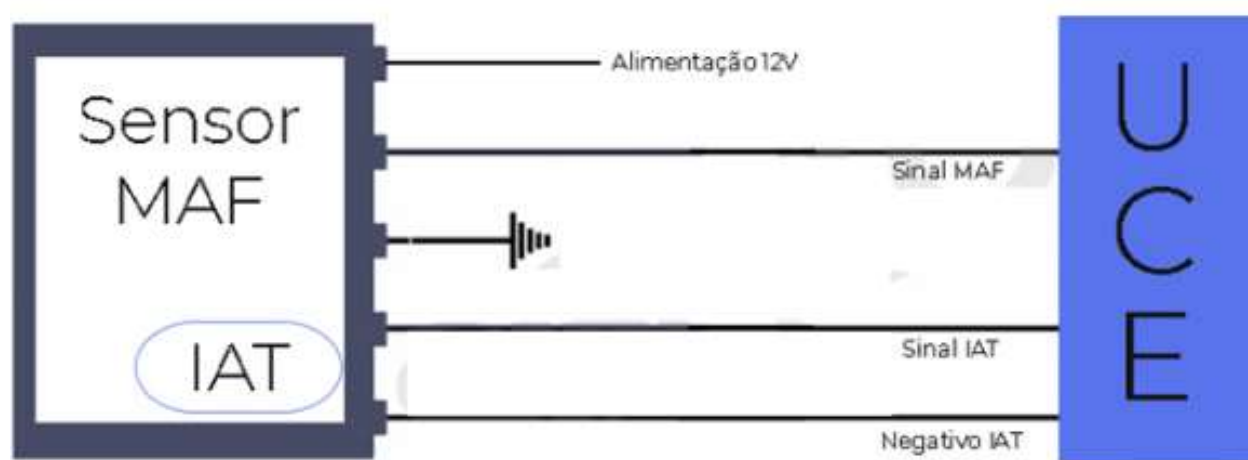


A diferença de temperatura entre os sensores é utilizada pelo circuito de controle e forma um sinal digital para entrar a UCE com a massa de ar admitida pelo motor.

Conector e Sinal

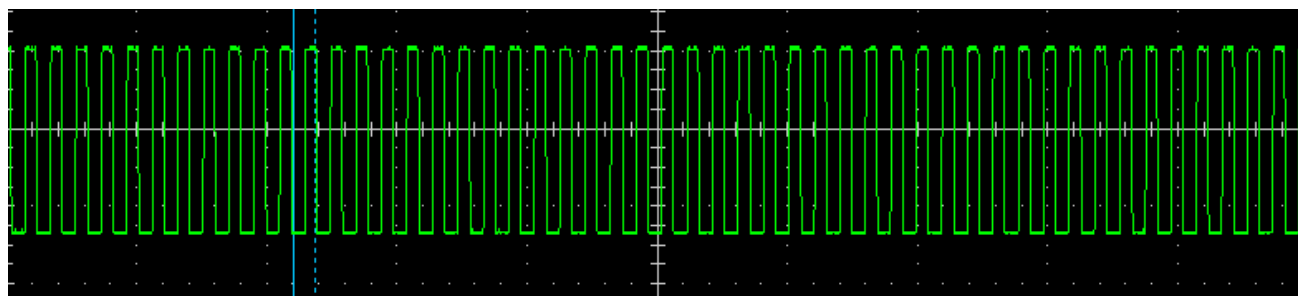
Este sensor em especial é um dos sensores que não há uma pinagem específica igual os outros sensores que já vimos anteriormente, portanto é imprescindível que você utilize uma literatura técnica para auxiliá-lo de veículo em veículo.

Para esta parte vou selecionar o veículo Onix 1.0 e para isto utilizaremos um esquema elétrico de exemplo:



Note que este MAF utiliza uma alimentação 12V e uma alimentação negativa para o sinal do MAF e um negativo exclusivo para o sinal IAT.

O sinal do MAF vai para a UCE em forma de uma onda quadrada e é possível também medir a tensão média deste sinal com o multímetro e mensurar a vazão de ar.



Acima, a medição através do osciloscópio do sinal do MAF que podemos verificar o sinal através do Duty cycle do mesmo ou através da tensão média do sinal.

Capítulo 7 ATUADORES

Vimos a maioria dos sensores existentes no sistema de injeção eletrônica disponíveis no mercado, agora chegou a hora do outro lado da moeda, a UCE recebe os dados dos sensores, faz seus cálculos e comanda os atuadores de acordo.

E agora vamos conhecer os atuadores, entender como eles funcionam e como testá-los de uma forma simples.

Bomba de combustível

Embora as vezes passe despercebida, a bomba de combustível é um atuador do sistema de injeção eletrônica que é comandada pela UCE.

Na maioria dos sistemas, ao ligar a chave a UCE temporiza a bomba de combustível para pressurizar a linha de combustível e facilitar a partida.

A bomba de combustível pode ser comandada pela UCE através de um relé ou nos sistemas mais modernos através de um módulo de controle PWM.



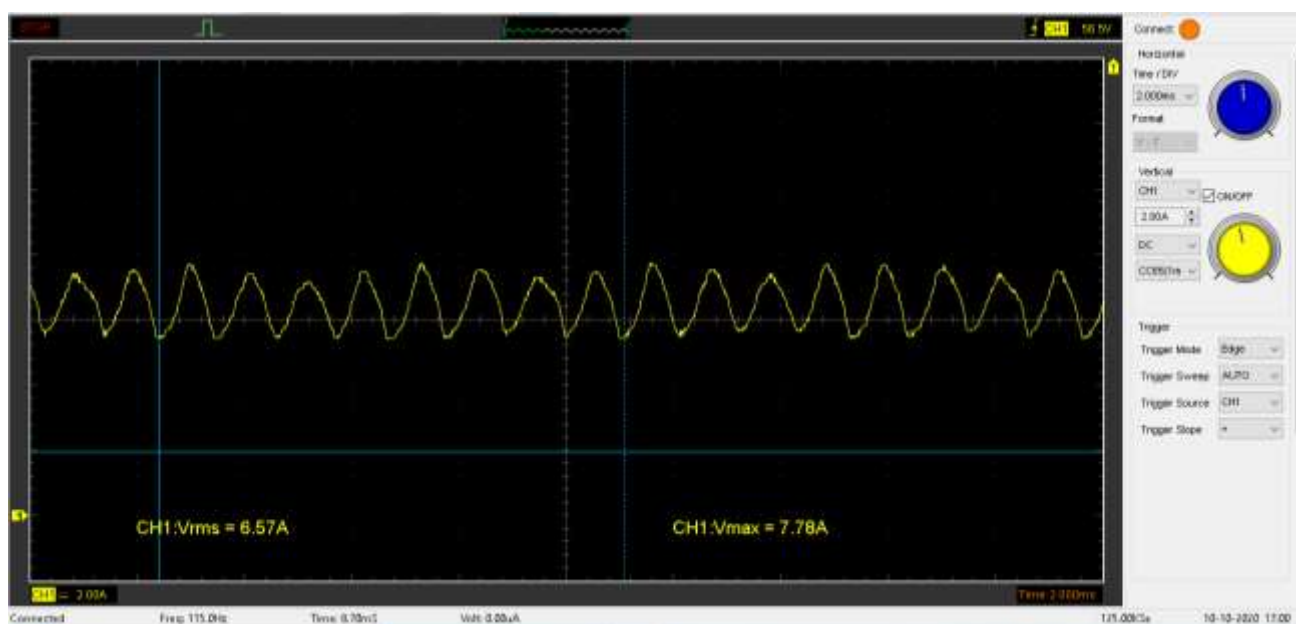
A bomba de combustível faz parte do sistema de alimentação de combustível e veremos maiores detalhes sobre ela e o sistema neste capítulo, agora, o que interessa na parte eletrônica dela para nós, é a corrente de consumo, que não pode ser muito alta, costumo ver muito conector no flange da bomba de combustível derretido, principalmente nos Renault.



Isso ocorre em geral, pela alta corrente que a bomba de combustível está consumindo, por diversos motivos, como : Sujeira no tanque, filtro entupido, mangueira obstruída etc.

Por esse motivo é interessante avaliar o consumo da bomba de combustível e podemos fazer isso com o

osciloscópio e uma garra Amperimétrica ou somente a garra Amperimétrica DC.



Acima uma medição extraída de uma bomba de combustível com consumo demasiadamente elevado (6,57A).

Para veículos convencionais é interessante que a corrente de consumo fique em até 6A.

Através deste gráfico também é possível calcular a rotação da bomba de combustível. As linhas em azul estão demarcando um ciclo completo da bomba de combustível e na parte de baixo o tempo em que se leva para completar este ciclo (8.70 ms). Sabendo o tempo que se leva para dar uma volta completa, basta calcular o RPM:

$$1 \text{ minuto} = 60000 \text{ ms.}$$

$$\text{RPM} = 60000 \text{ ms} / \text{tempo em ms de um ciclo}$$

$$\text{RPM} = 60000 / 8.70$$

$$\text{RPM} = 6896 \text{ RPM}$$

Eletro injetor

O eletro injetor, também conhecido como bico injetor tem uma função bem simples, se você fosse responder a função dele, o que diria?

Deixe me ver, injetar combustível?

Acertei? Legal, então, o eletro injetor vai um pouco além disso, sua construção é projetada para que o eletro injetor tenha a capacidade de pulverizar o combustível, como vimos lá no início na relação estequiométrica, quanto melhor a homogeneidade da mistura, ou seja, quanto menos for combustível e ar e mais for mistura ar combustível, melhor, mais eficiente se torna a combustão.

O eletro injetor é alimentado com uma pressão de combustível definida pelo sistema e veículo e funciona como uma válvula com uma agulha interna, possui uma mola pressionando sempre essa agulha, de modo que, a agulha fecha a saída do injetor, para não sair combustível enquanto em repouso, envolta dessa agulha há uma bobina solenoide enrolada na carcaça do injetor, essa bobina recebe uma alimentação positiva pelo sistema de alimentação 12V e a UCE comanda a abertura do injetor com pulsos negativos, esses pulsos de comando do bico são o pulso de injeção do bico.



O tempo de duração deste pulso é o que chamamos de tempo de injeção, ou seja, o tempo em que a UCE está chaveando a abertura do eletro injetor.



A parte de baixo do bico, possui um ou mais furos calibrados e é por esses furinhos que o combustível passa, esses furinhos já têm a função de pulverizar o combustível de modo que se torne mais eficiente e homogeneia a mistura ar/combustível.

Existem diversos modelos e variedades de eletro injetores, os eletro injetores de injeção indireta apesar de possuírem as vezes formato, conectores e disposição diferente em 98% dos casos são muito similares. Os bicos de injeção direta são diferentes e não abordaremos sobre eles nesse instante.

Os eletro injetores também vão ser abordados no capítulo sobre alimentação, assim como suas características de injeção e testes mais específicos, neste capítulo focaremos na parte eletrônica do mesmo.

Ao lado um injetor com apenas um furo de passagem de combustível, este eletro injetor possui característica de pulverização diferente , embora corpo e conectores iguais.

Como o eletro injetor é uma bobina, basicamente, ele possui resistência, e esta pode ser medida e averiguada. Alguns componentes para carros de alta performance são diferentes, acontece com os eletro injetores também, existem eletro injetores que tem a característica de ser de baixa impedância, o que significa isso? Significa que eles têm uma baixa resistência para conseguir vencer a pressão da mola interna e puxar a agulha, pela lei de ohm, quanto menor a resistência maior a corrente necessária, logo, é necessário um driver de potência com maior capacidade. Os injetores também podem ter sua resistência alterada e drenar mais corrente do que deveria.

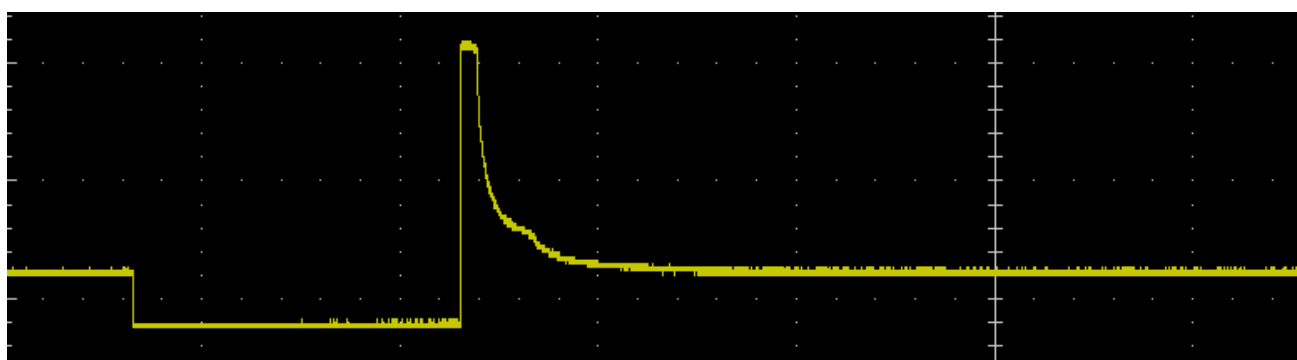


Osciloscópio

O eletro injetor funciona, como já vimos, com uma alimentação constante em 12V e a UCE comanda a abertura do eletro injetor com um pulso negativo.

Como já sabemos pela bobina de ignição, toda bobina quando desalimentada gera um pico de tensão, com o eletro injetor não é diferente, por isso, é necessário utilizar atenuador no osciloscópio caso a tensão de trabalho do osciloscópio seja inferior ao pico de tensão do injetor que pode alcançar até 70V tranquilamente.

Vejamos então o gráfico padrão de um eletro injetor:



Acima, um gráfico padrão de um eletro injetor multiponto trabalhando, bem no início do sinal nós temos 12V (retorno da alimentação positiva), após isso, uma queda negativa que é o chaveamento da UCE, durante o período em que fica negativo é o tempo de injeção do injetor, quando a UCE corta o chaveamento, então temos um pico de tensão e logo após a curva de desalimentação.

Como o eletro injetor é um dispositivo eletro mecânico ele possui um “atraso” ou seja, a agulha tem um tempo para retornar a sua posição e é por isso que existe esse gráfico de desalimentação e sabendo deste atraso mecânico em relação ao chaveamento elétrico, sabemos que após a UCE cortar o chaveamento, o bico ainda leva um tempo para fechar por completo e isso é possível observar neste mesmo gráfico.



Acima, destaquei os pontos de maior importância em um gráfico de eletro injetor, podemos realizar a medição do gráfico dos 4 injetores, em um motor com 4 cilindros por exemplo, e comparar se o pico de tensão se encontra na mesma amplitude, por exemplo.

Pois, defeitos mecânicos no eletro injetor, como por exemplo:

- Agulha danificada;
- Agulha com sujidade;
- Mola de retorno com defeito;
- Guia interno do injetor com folga;
- Bobina com resistência alterada.

Em muitos casos podem refletir neste gráfico, todos esses exemplos acima também podem alterar o ponto de fechamento mecânico do eletro injetor e caso isso aconteça pode ser que algum eletro injetor está ficando mais tempo aberto que os outros mesmo com o mesmo tempo de injeção.

É interessante, caso note inconformidade no sinal verificar a resistência individual de cada um dos injetores.

Atuador de marcha lenta

Este atuador é responsável por regular a marcha lenta do veículo quando a borboleta estiver completamente fechada.

Este atuador não existe em sistemas que possuam sistema de aceleração “Drive By Wire” (Borboleta eletrônica).

O motor necessita de uma certa quantidade de ar e de combustível para vencer o atrito do motor e manter sua própria rotação.

Somente o ar que vem do filtro e em marcha lenta passa através da borboleta em posição fechada não é suficiente para manter o motor ligado, principalmente na fase de aquecimento do motor, ou ao ligar acessórios elétricos ou ao utilizar cargas externas como (Ar-condicionado, direção hidráulica etc.). Nestas situações uma maior quantidade de ar é necessária para que o motor possa se manter constante na rotação do motor em marcha lenta.

Então o atuador de marcha lenta consiste basicamente em regular, de alguma forma uma passagem de ar extra, além da borboleta quando essa se encontra fechada.

Existem alguns tipos de atuador de marcha lenta e conheceremos 2 deles a diante:

- Atuador de marcha lenta tipo solenoide;
- Atuador de marcha lenta tipo motor de passo;

Tipo solenoide

O atuador de marcha lenta tipo solenoide consiste em um desvio de ar atmosférico diretamente para dentro do coletor, assim como todos os atuadores de marcha lenta fazem.

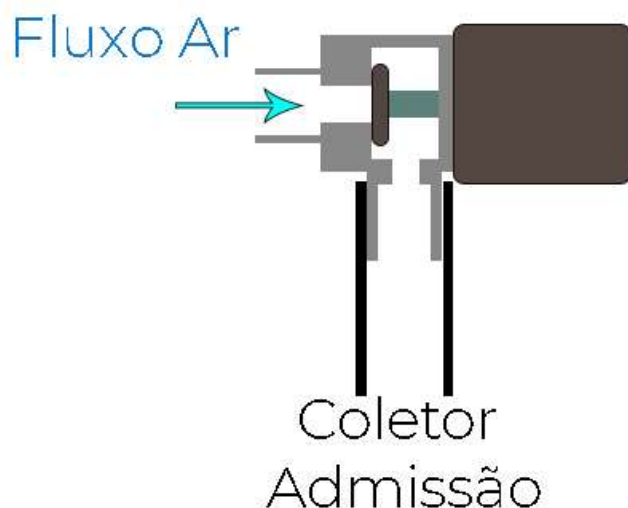


Um atuador de marcha lenta do tipo solenoide possui um embolo internamente e uma mola.

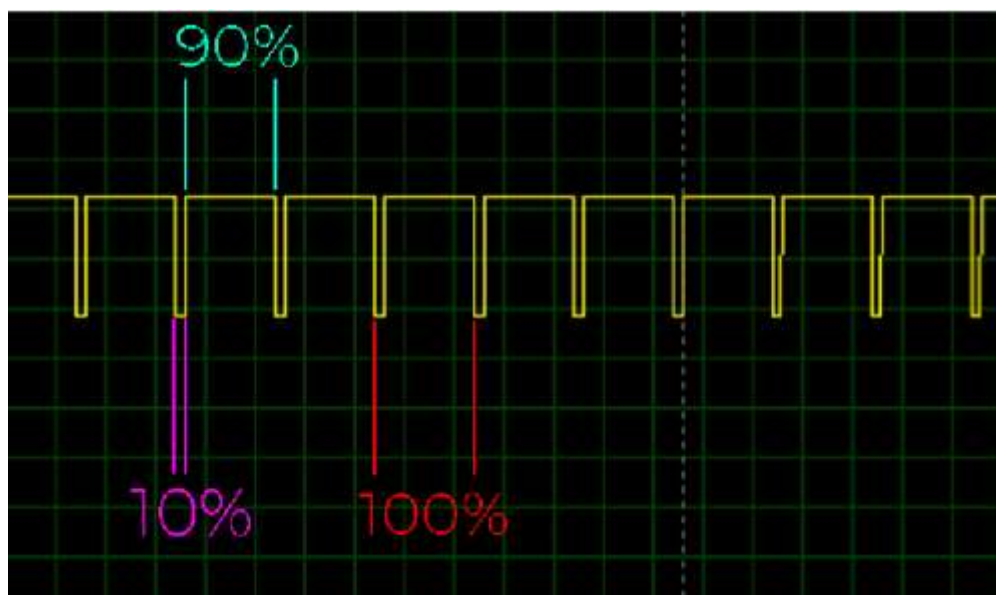
Essa mola fica pressionando o embolo a fim de não permitir o fluxo de ar entre as conexões do atuador de marcha lenta.

Na volta da carcaça existe uma bobina que é alimentada por um 12V e um PWM diretamente da UCE.

A UCE consegue chavear essa válvula entre 0% de abertura até 100%, ela consegue fazer isso através do Duty cycle do pulso PWM, ou seja, a porcentagem em que o pulso fica negativo ou positivo.



Ao lado um desenho de como o atuador por solenoide funciona, neste exemplo ela não está sendo alimentada pela UCE, então se encontra em posição de repouso e a mola fica “empurrando” o embolo para fechar a passagem do fluxo de ar.

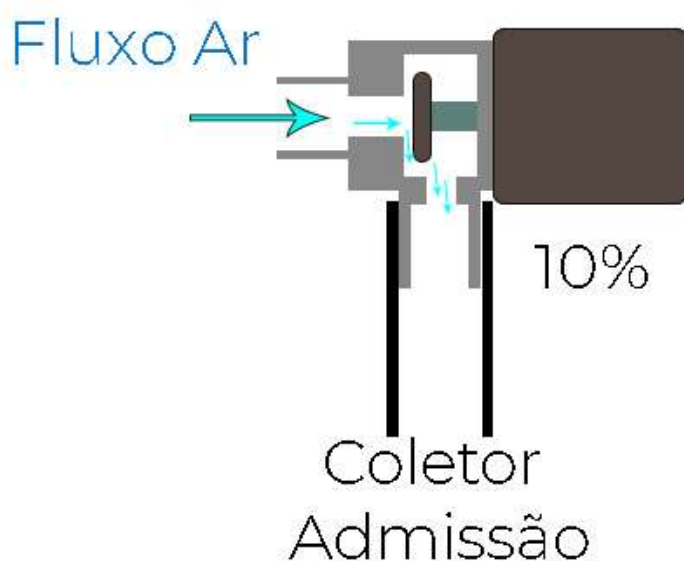


A imagem anterior é um pulso PWM de alimentação e utilizei ele para fazer algumas demarcações em vermelho representa um ciclo completo do PWM (100% do pulso).

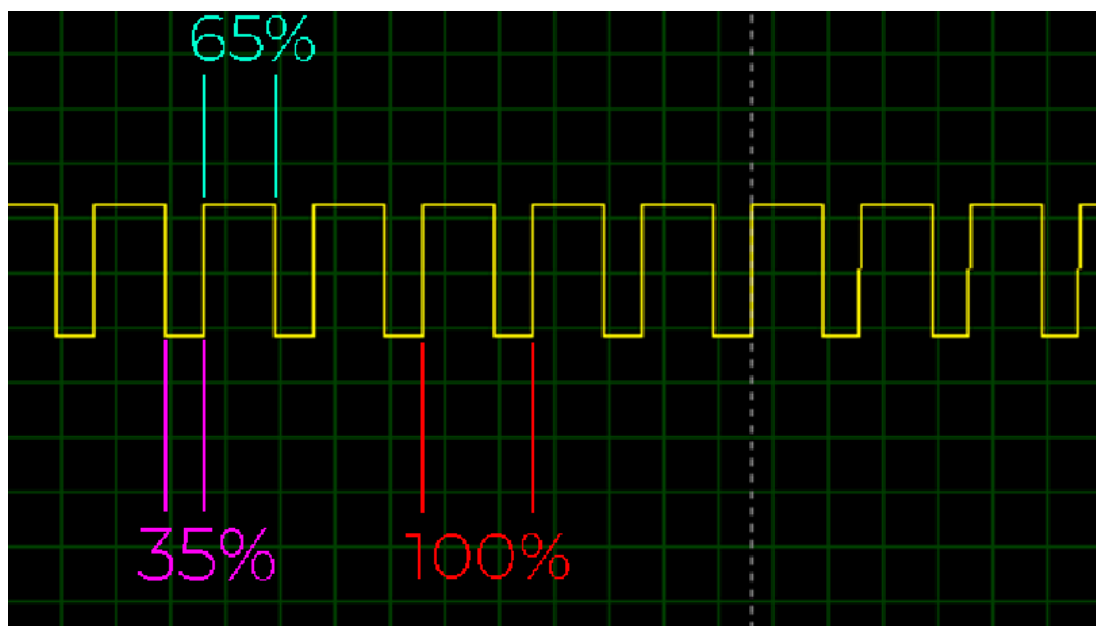
Em azul significa que 90% do tempo está ficando o pulso positivo.

Em rosa significa que 10% do tempo está ficando o pulso negativo.

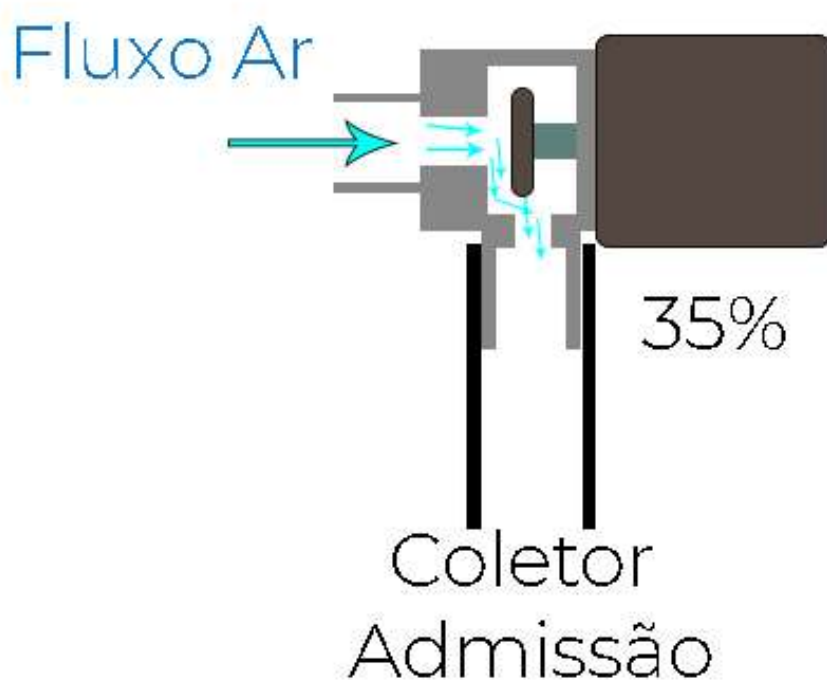
Se possuímos uma alimentação positiva constante em um terminal do atuador de marcha lenta e o outro um PWM negativo, quando possuímos um Duty cycle de 10% significa que coloquialmente falando, o atuador está sendo chaveado em 10%, pois, 10% do tempo a tensão fica negativa e 90% do tempo fica positiva.



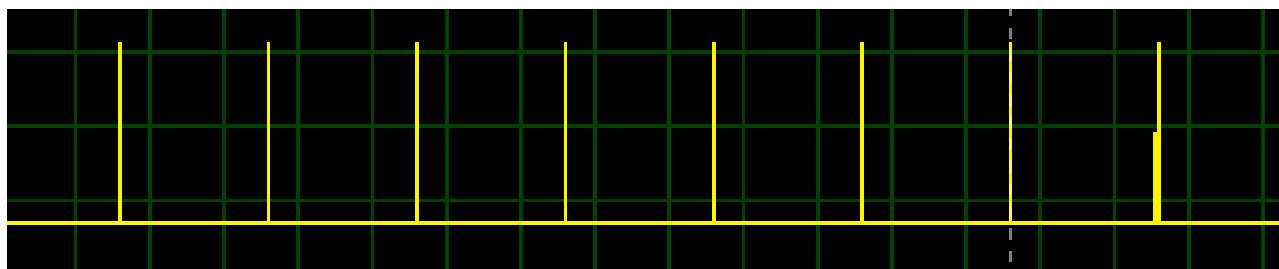
Uma simulação teórica seria o exemplo ao lado, com 10% de PWM o atuador teria uma pequena vazão de fluxo de ar. (Hipoteticamente falando 10% de acionamento do atuador).



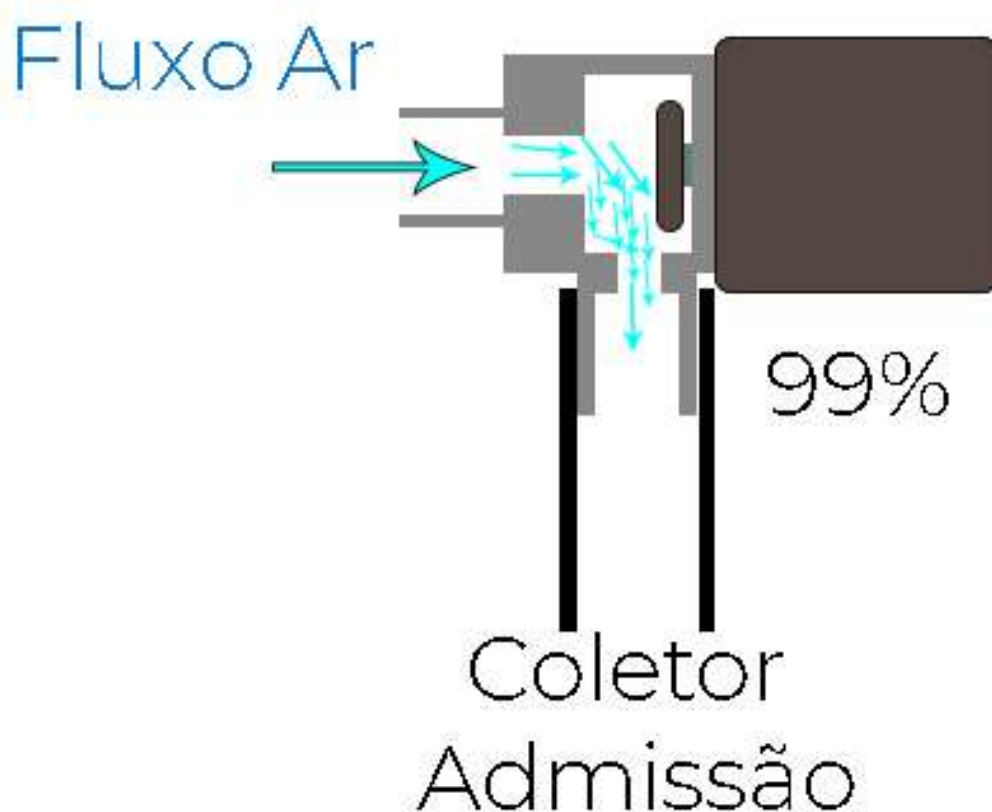
Acima, um exemplo com modulação do PWM em 35%, isso significa que 35% do tempo a solenoide está com alimentação negativa e 65% positiva.



Acima, um exemplo hipotético de 35% de acionamento de PWM no atuador de marcha lenta.



O exemplo acima é o PWM com 99% de Duty cycle, praticamente negativo em tempo integral, dessa forma o atuador está em plena potência,



Dessa forma o atuador estaria com o máximo de abertura disponível e o máximo de fluxo de ar disponível por ele e se medirmos a alimentação com o multímetro neste instante será possível medir praticamente a tensão da bateria, já que o PWM está em praticamente 100%, mas, na pratica isso dificilmente acontece um PWM com 100% de Duty.

Tipo Motor de Passo

O atuador de marcha lenta do tipo motor de passo pode ser acoplado diretamente na TBI ou em até com desviador de fluxo.



O atuador de marcha lenta do tipo motor de passo consiste em uma haste com a ponta em um formato específico que se encaixa em espaço específico e limita a passagem de ar no desvio que chamamos de by pass.

Ao lado um atuador de marcha lenta instalado em uma TBI do motor ap mi, dentro da propria tbi há uma tubulação de passagem de ar atmosferico para dentro do coletor e o atuador de marcha lenta regula o fluxo de ar que circula por esta passagem.



O atuador tipo motor de passo consiste em um estator externo e um rotor com rosca sem fim. O estator é formado por duas bobinas fixas (2 terminais cada) e o rotor

consiste em um ímã permanente e uma haste com rosca sem fim que é ligado ao atuador mecânico (a ponta de controle de fluxo). A haste esta roscada no ímã e é guiada pela carcaça do atuador evitando que ela gire internamente, dessa forma a parte de fora da haste gira mas a haste não, causando um deslocamento axial da haste e como consequencia o atuador mecânico se desloca axialmente em um movimento de avanço ou retração dependendo do sentido de giro do motor.

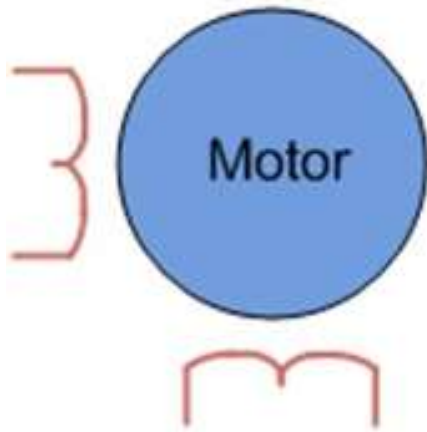
O motor de passo recebe esse nome porque ele possui um giro escalonado, literalmente por passos, ou seja, conforme o chaveamento das 2 bobinas vai mudando a polaridade a posição do campo magnetico do estator tambem muda, fazendo girar o motor por repulsao magnetica, dependendo a ordem de polarizacao que é feita nas bobinas o movimento será horário ou anti horario.

Um motor de passo elétrico tem a caracteristica de uma alta resolução e precisão de movimento, o chaveamento da UCE é convertido em um movimento rotatorio que é convertido em um movimento linear axial de deslocamento, para se ter uma ideia tem motores de passo que chegam a ter uma precisão de 0,04mm por passo. Através destes passos a UCE consegue aumentar ou diminuir a vazão de ar de marcha lenta.

Para calcular a marcha lenta a UCE utiliza algumas informações como:

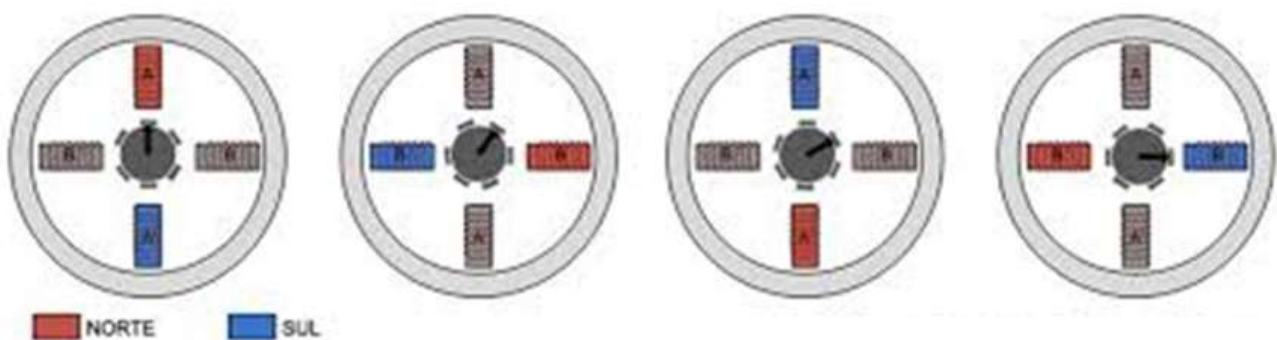
- Temperatura da agua (ECT);
- Temperatura do ar (IAT);
- Velocidade angular do motor (CKP);
- Posição do acelerador (TPS)

Como a UCE ela possui um aprendizado constante, quando ligamos a chave ou em alguns veiculos, quando desligamos o veiculo, a UCE faz o reconhecimento de minimo e maximo deste atuador, deslocando-o até que encoste no fim de curso e recua alguns passos para preparar a próxima partida e também reconhecer qual o numero de passos necessários para o fim de curso.



Um motor de passo de 4 fios como é o caso dos atuadores de marcha lenta possuem um diagrama similar ao desse ao lado.

E seu funcionamento pode ser entendido através do esquema abaixo:



A cada passo o rotor é atraído pelos polos das bobinas, que vão trocando a polaridade conforme necessita os passos, este atuador pode ser testado com a caneta de polaridade nos 4 pinos, ao ligar a chave e ao acelerar e desacelerar o veículo os 4 pinos devem pulsar.

Outra forma de testar este atuador é utilizando um equipamento específico para isso, por exemplo:



Fonte: KITEST

Válvula Canister

A emissão de poluentes em um veículo não ocorre apenas pelos gases de escapamento resultantes da combustão da mistura ar/combustível. O combustível armazenado no tanque, especialmente a gasolina, gera vapores, especialmente em climas quentes acima de 30 Cº. Há alguns anos não havia a preocupação e os cuidados que existem hoje quanto a poluição e emissão de poluentes atmosféricos. Os tanques eram ventilados para evitar acúmulo de pressão no interior, porém o respiro era aberto a atmosfera, os vapores eram soltos sem filtragem ou aproveitamento.

Nas leis atuais os vapores provenientes do tanque de combustível são tratados como gases poluentes e não podem ser “lançados” a atmosfera. Os gases devem ser filtrados para que saia somente ar do tanque, o filtro utilizado para tal filtragem é o Canister. Seu elemento possui carvão vegetal ativo que absorve os gases baseados em hidrocarbonetos e permite que apenas o ar seja liberado para a atmosfera.

Os gases que são poluentes são direcionados para o coletor de admissão para que o motor os utilize na combustão, porém, são direcionados para lá somente quando a UCE determinar, para isso existe a válvula de purga de Canister.



Ao lado uma válvula de Canister, algumas válvulas são alimentadas com 12v permanente quando a UCE determinar e outras válvulas são alimentadas com PWM.

Para testar esta válvula é muito simples, podemos testar a resistência de sua bobina. (Este é o teste elétrico).

E o teste mecânico dela consiste em verificar sua estanqueidade, ou seja, com ela desligada ela não pode permitir a passagem de fluxo de ar, por tanto utilize uma bomba de vácuo manual ou uma mangueira e a própria boca para sugar e verificar a vedação da válvula internamente, uma válvula trancada aberta pode ocasionar em uma mistura rica.

Como esta válvula consiste em uma bobina, ao testar com o osciloscópio deve-se utilizar atenuador, pois, ela pode gerar picos de tensão acima da entrada permitida no osciloscópio.

Existe muito problema nessas válvulas causadas por maus hábitos de abastecimento, por exemplo, quando o cliente pede para encher o tanque e ignora o primeiro estralo, pedindo para ir até o máximo. Isso pode fazer com que vá gasolina pela mangueira do suspiro até a válvula de Canister, danificando não só o filtro de Canister como também a válvula de Canister. Defeito muito comum em diversos veículos.

Na maioria dos veículos somente depois que o motor atinge a temperatura de 65°C, a UCE inicia sua abertura, levando em conta os seguintes fatores:

- regime do motor;
- temperatura da água e do ar de admissão;
- resposta do sensor de oxigênio (HO2S).

Em 95% dos sistemas independentemente da temperatura do motor, a válvula de Canister nunca é aberta durante a partida e freio do motor.

Ela pode ser comandada para suprir algum empobrecimento de mistura também em alguns casos.

Válvula EGR

Válvula EGR (exhaust gases recirculation – recirculação dos gases de escapamento) essa causa algumas dúvidas, mas é uma válvula bem simples, a válvula EGR faz parte dos gases do escapamento participarem novamente do processo de queima.

Isto faz com que a temperatura da câmara de combustão diminua e consequentemente também reduz a formação de NOx (óxido de nitrogênio) no escapamento, essa diminuição é feita a partir do retorno de uma parte dos gases de escape que já participaram do processo de combustão e retornam a admissão através da EGR. Essa recirculação é possível por meio de válvulas mecânicas com comando por vácuo (controlada via eletroválvulas) ou por válvulas eletromagnéticas.

No sistema mecânico o acionamento em geral é pneumático, porém, o controle do “vácuo” é realizado por uma válvula no mesmo estilo da válvula de Canister chaveada pela UCE para reduzir ao máximo a emissão de NOx.



Ao lado uma válvula EGR com 2 ligações de vácuo que são controladas por eletroválvulas chaveadas pela UCE. É comum essas válvulas trancarem com sujeira e carbonização já que interligam o escapamento e a admissão, quando isso acontece a válvula fica ineficiente.



Acima, a mesma válvula anterior, porém, com excesso de contaminação, em geral em veículos diesel a contaminação é sempre maior.

Ao lado uma válvula EGR eletromagnética, esta válvula tem funcionamento parecido com o atuador de marcha lenta tipo solenoide e dispensa o acionamento pneumático que vimos no exemplo anterior. Há uma mola que fica pressionando o embolo sempre em posição de fechamento e uma solenoide que puxa este embolo para liberar o fluxo de gases.

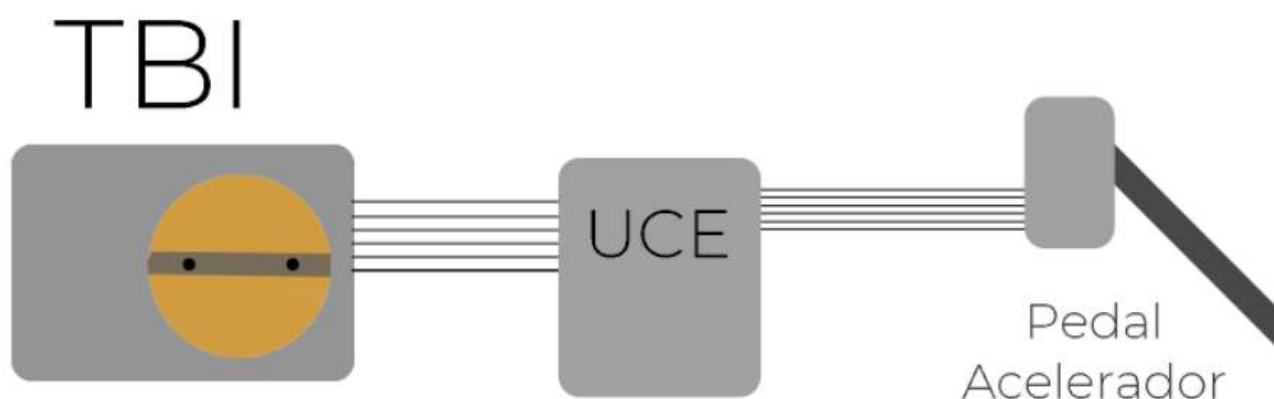
Muitas dessas válvulas possuem internamente um sensor de posição da válvula para a UCE conseguir fazer um aprendizado da válvula EGR e verificar seu funcionamento e acionamento.



Capítulo 8 DRIVE BY WIRE

Deixei um capítulo especial para este sistema que é o Drive by wire (Acelerador eletrônico), o sistema dispensa o uso de cabos e funciona de forma totalmente elétrica, deixei ele em um capítulo isolado porque tecnicamente a TBI é tanto sensor quanto atuador e pode causar dúvidas em relação ao seu sinal

Primeiramente vamos entender como o sistema funciona:



Dentro do veículo há um pedal de acelerador com um par de sensores internos que convertem a posição mecânica do pedal de acelerador em sinal elétrico, a UCE recebe este sinal e identifica a posição do pedal de acelerador.

Após isso a central utiliza essas informações para atuar a borboleta da TBI, por exemplo, se a UCE detectar que o acelerador está com 40% de aceleração então a UCE vai comandar a TBI para que corresponda a aceleração do pedal, a TBI também possui internamente pistas resistivas que, através da rotação pelo eixo da TBI definem a posição exata da borboleta e correspondem com um sinal elétrico para a UCE interpretar, através deste sinal ela consegue mensurar e controlar a abertura da borboleta de forma precisa.

Este sistema dispensa o uso de um atuador de marcha lenta externo, já que, consegue controlar o fluxo de ar através do acionamento ou retração da borboleta, dessa forma este sistema se torna muito eficiente e eficaz.

Corpo de Borboleta

O corpo de borboleta é praticamente o principal componente do sistema de acelerador eletrônico. O corpo de borboleta ou TBI é um atuador e um sensor ao mesmo tempo, além de ficar exposto as altas temperaturas do motor e todas as condições que o motor proporciona aos seus componentes.



Acima um corpo de borboleta, na parte esquerda possuímos a parte sensorial e elétrica da TBI, na parte inferior possuímos internamente da TBI um motor elétrico que vai ligado ao eixo da TBI através de uma engrenagem, a UCE recebe da parte sensorial a posição exata da borboleta e a UCE através de um PWM comanda a abertura da borboleta de acordo com o que o pedal do acelerador está medindo.



Acima um motor elétrico na esquerda e um conjunto de engrenagem para o motor e um eixo para a borboleta, a UCE atua o motor elétrico através de um PWM e o motor através desta engrenagem maior que podemos observar na imagem da direita aciona o eixo da borboleta.



Acima uma tampa lateral de TBI e na direita desta peça se posiciona o sensor de posição do acelerador que recebe o movimento do eixo e transforma em sinal elétrico para a UCE.

Tem um funcionamento muito similar ao sensor TPS que já vimos anteriormente, com algumas diferenças que veremos mais à frente.

Gosto de dividir o sistema de TBI em dois sistemas distintos, sensor e atuador (sinal e potência) e veremos sobre a parte de sensor agora..

Sensor e Sinal

Praticamente todos os corpos de borboleta eletrônico possuem 6 pinos no conector elétrico, desses 6 pinos, 4 deles são destinados a parte de sinal da TBI e é o que veremos agora.

A parte de sinal/sensor da TBI é responsável por informar a posição do eixo para a UCE verificar se está abrindo ela o suficiente por exemplo, claro que a UCE possui um mapa para o acionamento da borboleta, como vimos no atuador de marcha lenta solenoide que consegue controlar a posição da válvula através do PWM, então é utilizado o sinal da TBI como prova real desta operação, o sinal da TBI é muito similar ao TPS comum, com a diferença que a TBI possui um sinal duplo, ou seja, 2 pistas de posição de borboleta.

A TBI possui 2 pistas de sinal por questões de segurança e precisão, caso uma falhe a outra consegue ainda informar a UCE que vai operar a TBI em estratégia de falha e com redução de potência.

As duas pistas da TBI funcionam uma o oposto da outra:

- Uma pista vai de 0V a 5V;
- Outra pista vai de 5V a 0V.

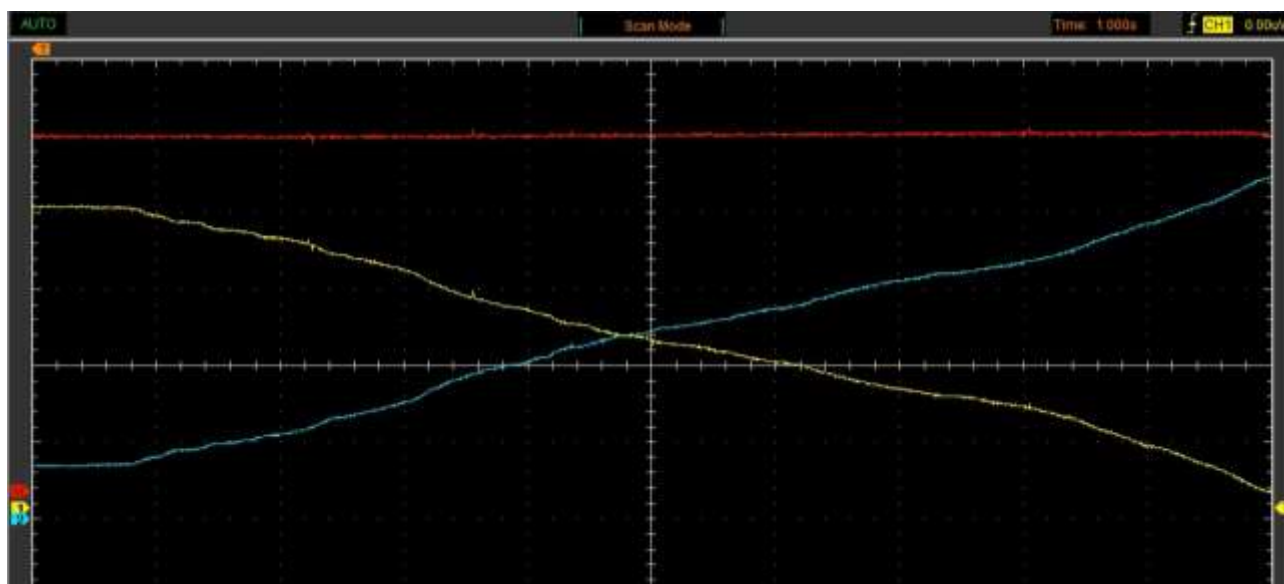
É como se tivéssemos dois TPS trabalhando um ao contrário do outro, por exemplo se uma pista estiver com 4V a outra pista tem que estar com 1V. Sempre a soma das duas pistas tem que ser a tensão de alimentação da parte de sinal da TBI.

O conector da parte de sinal da TBI é assim:



As duas pistas da TBI utilizam a mesma alimentação em comum com saídas de sinal independentes e possuem a mesma característica de possuir desgaste geralmente na porcentagem de aceleração mais baixa onde geralmente o condutor pilota mais tempo, por isso é preciso avaliar se não há falhas em nenhuma das duas pistas. Como mencionei anteriormente uma pista trabalha exatamente como o oposto da outra, então se uma pista está com 3V a outra pista vai estar com 2V. Caso a tensão de alimentação seja 5V, se for 4.9V por exemplo, a soma das duas pistas tem que fechar 4.9V com uma pequena tolerância claro.

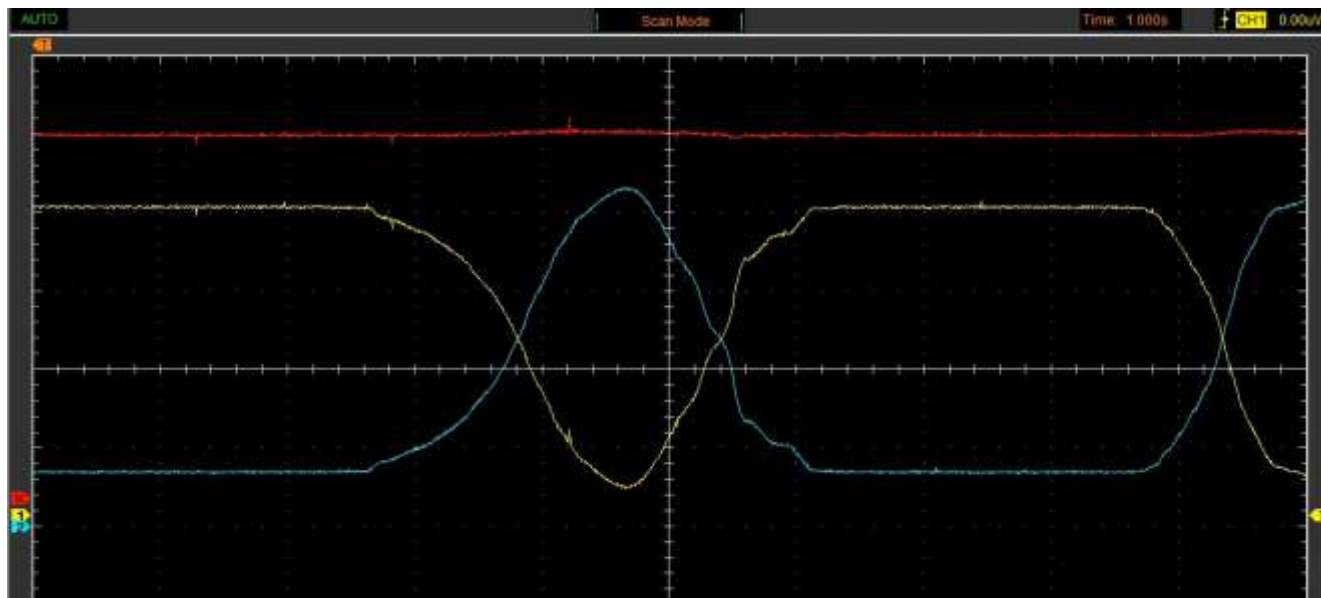
Caso uma pista não esteja exatamente o contrário da outra, ou, não fique exatamente o contrário em alguma acelerada a UCE pode reconhecer como uma falha de incoerência entre as pistas da UCE.



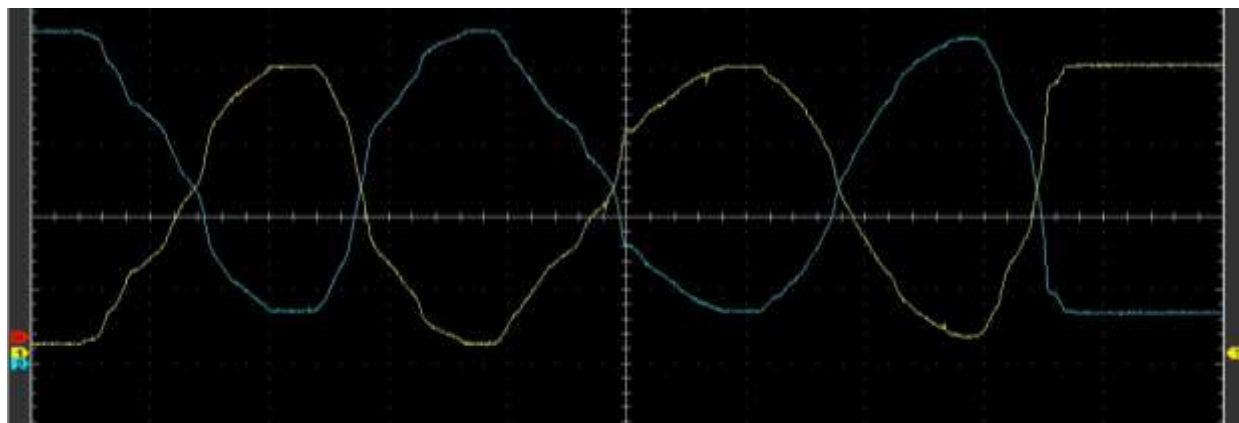
Acima, um gráfico no osciloscópio das duas pistas da TBI, acelerando lentamente o acelerador até 100% e observando as duas pistas, tem outra dica bem bacana que é o seguinte, bem no meio no ponto em que elas se encontram, ambas as pistas tem que estar com 2.5V que é o meio do sinal.

No Hantek existe uma função a qual se chama Math (Matemática) que gera uma linha virtual configurável, que na imagem acima está em vermelho. Esta linha está configurada para calcular o resultado da soma entre a pista 1 e pista 2. Que como já vimos que trabalham uma o inverso da outra, então, a qualquer instante, a qualquer momento o resultado da soma das duas pistas sempre tem que ser a tensão de

alimentação da TBI, por isso que a linha vermelha se mantém estável durante toda a aceleração, isso indica também que a parte de sinal está aparentemente OK neste teste.



Acima um gráfico dando umas aceleradas mais forte, observe que a linha vermelha dá uma leve oscilada, totalmente aceitável, o que temos que procurar é grandes oscilações ou incoerência entre as pistas, além dos picos que já vimos na pista sobre o TPS, caso encontre algum pico ou queda de tensão, teste novamente, pois a TBI fica geralmente perto do sistema de ignição e as vezes o sistema de ignição causa interferência na leitura e pode causar alguma falha no gráfico ,por isso, teste 2,3 ou quantas vezes forem necessárias para ter certeza.



Atuador e chaveamento

Agora que já conhecemos a parte de sinal da TBI eletrônica, vamos ver como a UCE chaveia e abre ou fecha essa borboleta.

A maioria das TBIs trabalham com 6 pinos, 4 deles sendo parte de sinal e 2 deles sendo parte de atuador/potência que é o motor elétrico da TBI. É através deste motor que a UCE consegue atuar a borboleta.

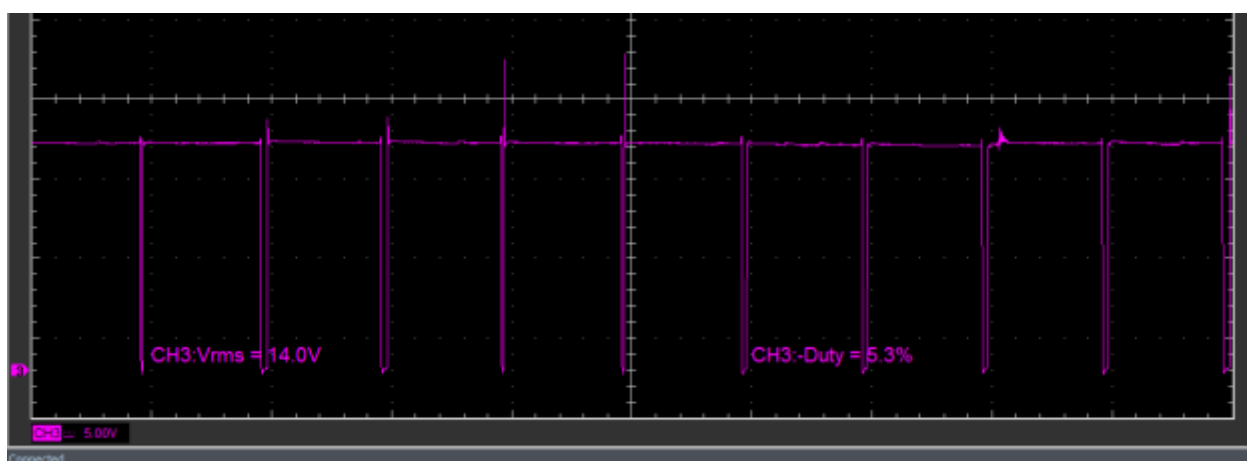
O motor da TBI é acionado via PWM pela UCE, alguns sistemas trabalham com uma alimentação positiva direto e um PWM negativo e outros sistemas trabalham ao contrário, então é necessário medir as alimentações do motor para ter certeza.

A pinagem da parte de potência do conector é:

Alimentação +

Alimentação -

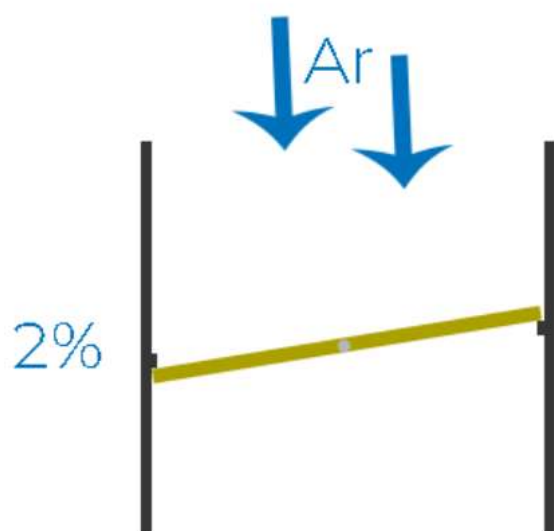
Podendo ser PWM positivo ou negativo, além disso a polaridade para abrir a borboleta e para fechar é outra, então o interessante é começar a medição na marcha lenta para não ter problemas.



Acima um gráfico de acionamento de um TBI de Mercedes cla 200, neste caso a TBI recebia um positivo constante e um negativo via PWM.

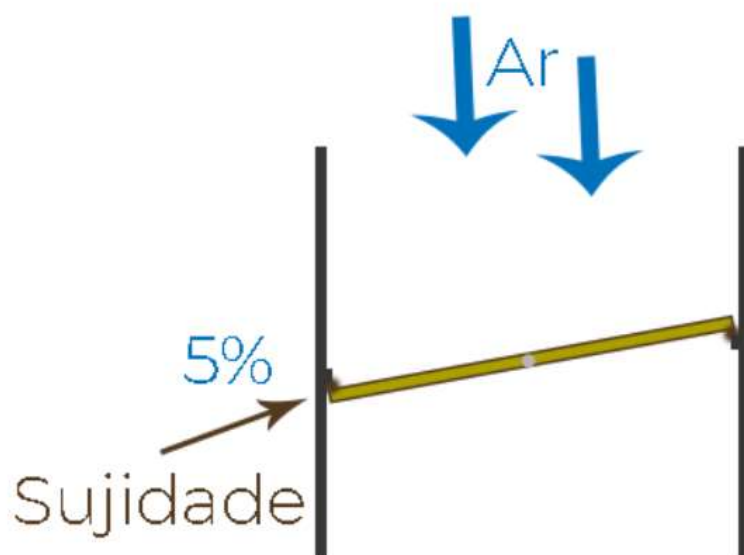
Limpeza e Aprendizado

Em muitos casos se cria sujidade entre a borboleta e a carcaça do corpo de borboleta.



O corpo de borboleta trabalha com uma posição de repouso e ele assim como muitas funções da injeção eletrônica é adaptável, então as vezes cria-se sujidades ou carbonização na borboleta ou no encosto da mesma fazendo com que o ponto mínimo de descanso seja diferente do que o habitual, a injeção vai se ajustando a isso até um certo limite, após isso pode trabalhar de forma irregular.

Nestes casos a sujidade faz com que a borboleta tenha que ficar mais aberta que o convencional, o que pode ocasionar problema dependendo o estado em que se encontrar, para isso, é possível realizar a descarbonização/limpeza da borboleta e o aprendizado desta via scanner.





Fonte da foto: Madalozzo Autocenter

Ao lado observamos um corpo de borboleta eletrônico sujo e carbonizado, é importante se atentar a forma de limpeza deste TBI, é necessário limpar bem a parte da borboleta, fora do carro, acione a borboleta manualmente e limpe com descarbonizante, deixe bem limpinho.

Precisamos ter cuidado quanto ao procedimento pois, já vi muitas borboletas que o defeito delas se apresentou por limpeza não adequada, isso é, produtos muito agressivos em toda a borboleta, pode danificar as vedações e agredir a parte interna da TBI. Portanto foque em limpar somente dentro e por fora não deixar a TBI submersa em produtos muito fortes.

Após a limpeza, entrar com scanner e realizar procedimento de aprendizado da TBI para que a UCE reconheça os novos mínimos e máximos da TBI, caso não se faça isso, dependendo o modelo de sistema a central pode ficar com a informação registrada anterior e manter a borboleta na posição antiga, mas agora, como não está mais sujo pode manter o veículo acelerado. Em alguns casos o sistema se readéqua aos novos parâmetros.

Sempre verifique a vedação da TBI/COLETOR para não ficar entrando ar “falso”.

Pedal de acelerador

A outra parte do sistema drive by wire é a parte do pedal de acelerador que é um sensor muito similar ao TPS. Ele vai instalado no pedal de acelerador e tem como função transformar o movimento mecânico do pedal em um sinal elétrico que é interpretado pela UCE como posição do pedal de acelerador.

Em muitos dos casos o sensor é o próprio pedal de acelerador.

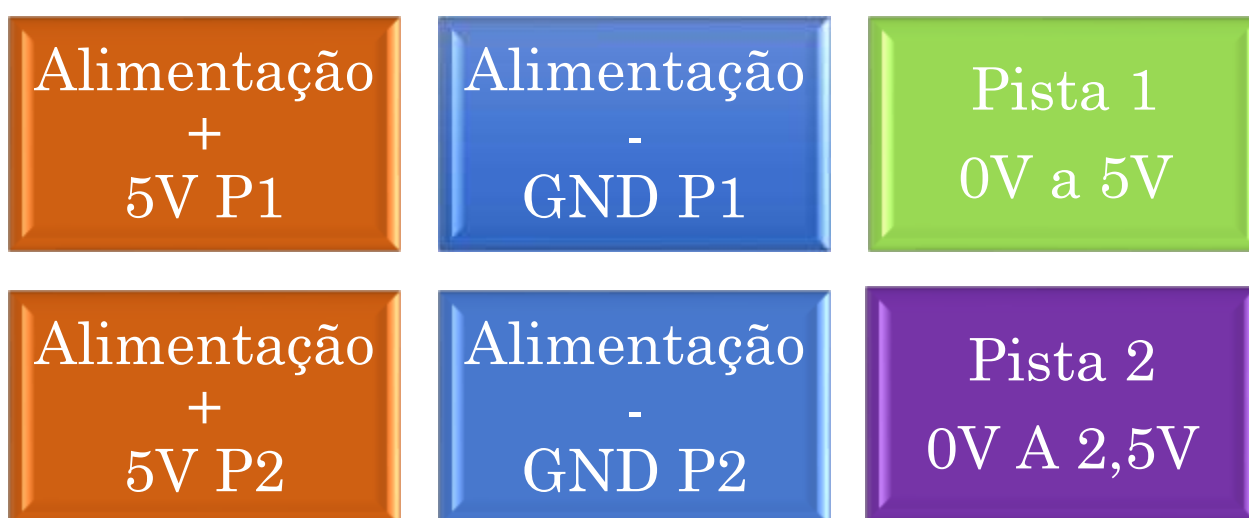


Este sensor é bem parecido com o sensor de posição da borboleta do corpo de borboleta eletrônico, possui duas pistas para melhor segurança e precisão do sinal, porém funciona com uma forma de sinal um pouco diferente, veremos isso em:

Conector e Sinal

O pedal do acelerador tem todas as características de falha que já observamos em diversos sensores que é as falhas que não podem existir, como “buracos” e picos de tensão.

O pedal de acelerador trabalha com uma alimentação 5v e um negativo para cada uma das pistas, diferentemente do sensor da TBI que utiliza o mesmo 5v para as duas pistas.



A maioria dos pedais de acelerador trabalham com 6 pinos e utilizam este padrão de sinal, cuidado para não confundir, enquanto uma pista trabalha de 0 a 5V a outra trabalha de 0V a 2,5V , neste caso a pista 1 é o dobro da pista 2 e a pista 2 é sempre a metade da pista 1. Alguns sensores deste tipo possuem regulagem para fim de curso e caso esteja mal regulado a UCE pode entender que o condutor está acelerando e não conseguir entrar em recurso de Marcha Lenta ou gerar outros problemas.

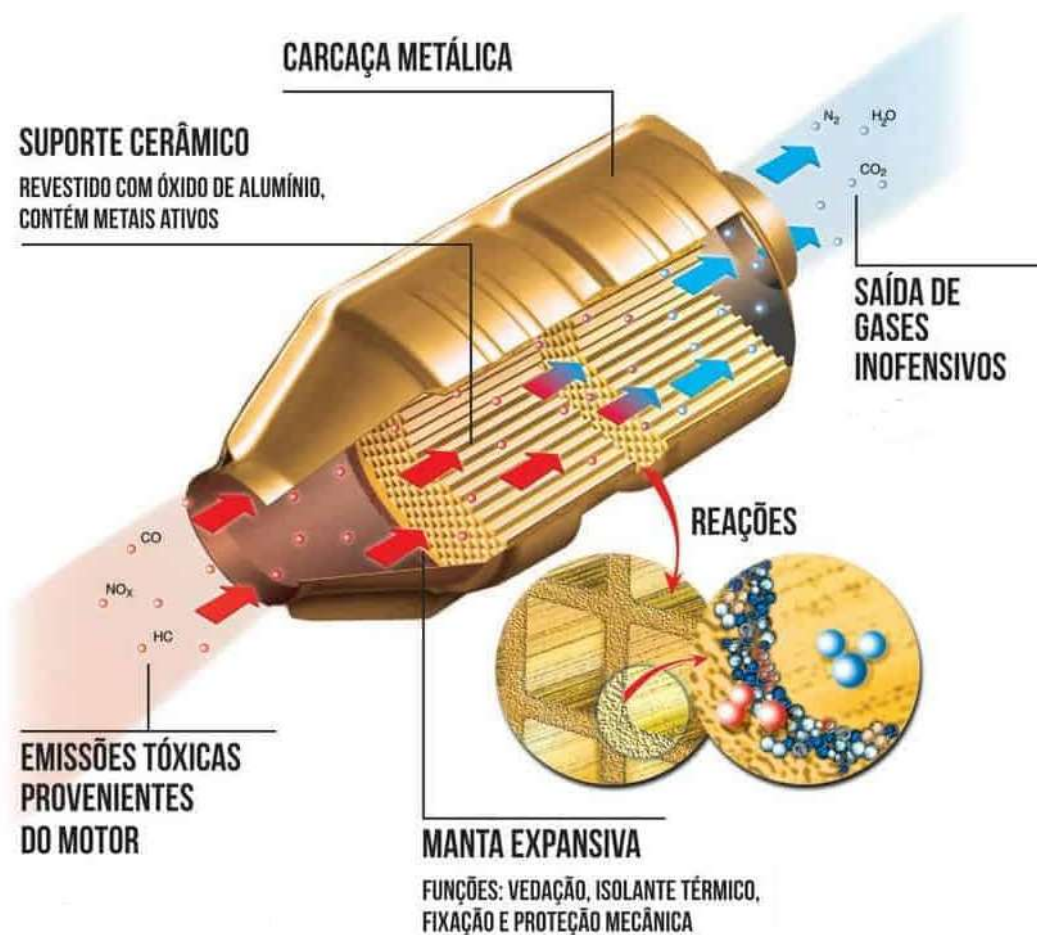
Capítulo 9 CONVERSOR CATALÍTICO

Conversor catalítico ou catalisador como é mais conhecido é um recurso implementado para redução de emissão de poluentes. Durante o funcionamento de um motor a combustão interna, gases de escapamento são liberados para a atmosfera, que não são apenas uma das principais causas da poluição do ar, mas também uma das causas de várias doenças existentes. A queima de combustível nos motores ciclo Otto produz Dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O). Contudo, devido à queima incompleta de combustível há ainda a produção de Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de Nitrogênio (NO_x) e Dióxido de Enxofre (SO_2) e ainda devido à queima de impurezas provenientes da gasolina são produzidos também vapores de Hidrocarbonetos, estes compostos saem pelo sistema de escapamento do automóvel poluindo a atmosfera. Com exceção do vapor de água, todos os demais são altamente nocivos à saúde humana, aos animais e ao meio ambiente.

Para isso o conversor catalítico foi desenvolvido e aplicado nos sistemas, o catalisador é formado por uma “colmeia” metálica feita de cerâmica, formada por minúsculos canais que formam uma superfície total equivalente a quatro campos de futebol (caso alinhássemos toda a colmeia seria equivalente a esses campos de futebol), Sobre essa colmeia encontra-se pequenas quantidades de metais preciosos para promoção da catalise, como alguns deles:

- Paládio-ródio (para veículos a gasolina);
- Paládio-molibdênio (para veículos a etanol).
- Platina e Ouro

A seguir o catalisados é enrolado em uma manta termo expansiva que fixa, veda, isola termicamente e dá resistência mecânica ao componente e por fim este componente é montado em uma carcaça metálica dando origem ao catalisador, o lado de entrada deste catalisador é pro lado do coletor de escapamento e o lado de saída segue com os gases de escape para o escapamento.



Internamente os gases que circulam pelo catalisador sofrem uma química e são convertidos .

Basicamente saem gases resultantes da combustão que entram no catalisador e esses gases são quimicamente transformados em gases menos nocivos ao meio ambiente, para que isso aconteça corretamente o conversor deve estar com no mínimo 300C° .



Por este motivo se cria e acaba saindo pelo escapamento água, que é resultado da conversão catalítica dos gases de combustão.

Agora que sabemos como o catalizador trabalha podemos compreender como a sonda lambda pós catalisador (sonda 2) trabalha, ela trabalha com uma tensão mais baixa e estável quando o catalizador está ok, isto porque o catalizador com eficiência acaba aumentando o nível de oxigênio no escapamento por sua transformação química.

Quando os gases passam pelo catalisador viram água e outros gases, com esse aumento de oxigênio a sonda acaba marcando uma mistura “pobre” em combustível, “rica” em oxigênio, por isso, a tensão mais baixa e estável, caso a sonda 2 esteja trabalhando junto e igualmente a sonda pré catalizador significa que o catalizador está sem eficiência e deve ser substituído. Apesar de não gerar falhas ao motor o veículo se torna mais poluente ao meio ambiente.

Além disso o conversor catalítico as vezes é responsável por falhas no motor (não por falta de eficiência) mas sim por estar entupido, por exemplo.



Ao lado um catalizador que sofreu um derretimento, isso pode acontecer por diversos motivos, geralmente falhas no veículo como:

Sistema de ignição falhando, motor com sincronismo errado, temperatura muito alta etc.

A falha de combustão pode levar mistura ar/combustível até o catalisador que as vezes dependendo da temperatura interna do sistema catalítico pode provocar uma queima dentro do próprio catalizador elevando sua temperatura e causando esse tipo de falha.

Por isso deve-se fazer a manutenção preventiva, é nosso dever instruir o cliente e consumidor, que não possui instrução técnica para tal atitude.

Capítulo 10 ESTRATÉGIAS

Toda UCE possui e trabalha em cima de estratégias previamente configuradas pela montadora. E quando digo estratégias quero dizer toda a forma de pensamento, interpretação e ação da UCE.

Embora cada sistema possua suas peculiaridades e detalhes procurarei informar resumidamente algumas estratégias as quais acho interessante e importante.

Parâmetros auto adaptativos

O sistema de injeção possui uma estratégia que é a de parâmetros auto adaptativos, como já vimos em alguns sensores, existem variáveis que podem ir se alterando com o tempo e poderia alterar o funcionamento do motor. Por exemplo, a pressão atmosférica muda constantemente de lugar para lugar e as vezes até no mesmo lugar, por isso, a UCE vai se adaptando ao local em que se encontra.

A UCE também possui parâmetros de partida, como:

- Tempo de injeção na partida;
- Ângulo de avanço de ignição na partida;
- Enriquecimento pós partida;
- ETC

A UCE encontra vai se adaptando com esses parâmetros para fornecer uma partida mais eficiente (ALGUNS SISTEMAS), tudo que imaginarmos pode estar em parâmetro auto adaptativo, posição de descanso do corpo de borboleta eletrônico, temperatura padrão etc.

Algumas centrais mais modernas que trabalham com injeção sequencial possuem parâmetros auto adaptativos até de bico injetor, se a UCE detectar que algum injetor em algum determinado cilindro está com baixa eficiência pode alterar a injeção individual daquele injetor para compensar isto.

O que precisamos saber na verdade sobre esses parâmetros é que através do scanner conseguimos resetar esses parâmetros auto adaptativos, por exemplo, se a UCE se adaptou a alguma situação e você reparador consertar, limpar ou qualquer situação, pode ser necessário resetar os parâmetros auto adaptativos da UCE para que ela venha a se adaptar novamente.

Ao fazer uma revisão completa (velas, cabos, limpezas e etc) é viável resetar os parâmetros através do scanner para que se programe novamente.

Marcha Lenta

O sistema de marcha lenta do veículo pode ser controlado através de diversos atuadores como já vimos e até mesmo através de mapa de injeção e ignição.

Para que o sistema habilite a marcha lenta é necessário que algumas condições sejam alcançadas e essas condições vão variar de sistema para sistema, mas as mais básicas são:

- Posição do pedal de acelerador ou TPS abaixo de uma certa porcentagem%, por exemplo, abaixo de 8%;
- Rotação do motor abaixo de X RPM.

Além disso as UCES possuem mapa de correção de marcha lenta através da temperatura também, é comum encontrarmos sistemas mais acelerado a frio e vai baixando a marcha lenta até a temperatura de trabalho normal.

Os sistemas equipados com atuador de marcha lenta, seja ele de qualquer modelo disponível, esses atuadores também possuem parâmetros auto adaptativos e muitas vezes a UCE se adapta rapidamente em cada partida, porém, as vezes é necessário forçar a UCE ao aprendizado, através do reset dos parâmetros ou em alguns sistemas aprendizado de marcha lenta.

Acontece bastante também de entrada de ar falso no coletor de admissão e isso faz com que a rotação do motor se eleve até o ponto em que a estratégia de **CUT-OFF** (veremos sobre ela a seguir) seja ativada, fazendo com que a rotação caia novamente até que se eleve até o CUT-OFF se ativar novamente, fechando esse ciclo e fazendo a bastante conhecida “LENTA OSCILANDO”. A entrada de ar falso não permite que a estratégia e condição de marcha lenta seja atingida e portanto a lenta fica “oscilando”.

Cut-Off

Esta estratégia gera muita confusão, principalmente entre os condutores que não trabalham na área, sempre surge aquela pergunta :

O carro gasta mais engatado ou desengatado em uma lomba, por exemplo, ou parando na sinaleira?

A estratégia de Cut-Off consiste em algumas condições que fazem com que a UCE corte a alimentação de combustível do motor, fazendo com que seja injetado ZERO COMBUSTÍVEL neste período, são elas as condições:

- Veículo acima de 2000 RPM (alguns veículos 2500, outros 1800, outros x RPM);
- TPS ou posição do pedal de acelerador em posição de marcha lenta (repouso, sem acelerar).

Para o veículo estar acima desta rotação sem aceleração significa que o veículo está engatado e rodando sob ação da inercia. Caso estas condições sejam alcançadas a UCE para de injetar combustível, ao baixar a rotação ou acelerar a UCE retoma a alimentação de combustível.

Por isso um veículo engatado descendo uma lomba ou até mesmo parando ao semáforo se torna mais econômico do que desengatado, além de poupar freio por utilizar freio motor.

A situação da marcha lenta oscilando por entrada de ar falso pode ser o cut-off cortando combustível e logo após a rotação subindo novamente causando este loop entre acelerar/desacelerar, ao aceleramos forte e soltarmos é possível notar que o tempo de injeção no scanner marca 0ms e os bicos não trabalham até chegar na rotação de alimentação novamente.

Abertura de AF

A UCE está sempre procurando a estequiometria na mistura, alterando o tempo de injeção para compensar o tipo de combustível utilizado, agora, suponhamos que estamos utilizando gasolina e o veículo está na reserva, paramos no posto e completamos o tanque com álcool, ao ligarmos o veículo a UCE injetaria como se fosse gasolina e levaria um tempo até corrigir essa mistura.

Por isso, existe uma estratégia de abertura rápida de AF, quando desligamos o veículo por exemplo com $\frac{1}{4}$ de tanque e ao ligarmos a chave novamente a UCE detecta $\frac{1}{2}$ tanque ou $\frac{3}{4}$ por exemplo, a UCE detecta essa diferença e entende que abastecemos e habilita a abertura de AF rápido, se ela detectar que a diferença está muito grande começa a trabalhar o AF (air/fuel) (Ar/combustível)

Por este motivo é importante que o sensor de nível de combustível esteja funcionando corretamente para a UCE realizar suas estratégias adequadamente.

Sempre abasteça com a chave desligada, pois, caso contrário, dependendo o sistema não habilitará o aprendizado.

Malha fechada e aberta

Também conhecido como Open-Loop ou Closed-Loop é o método que a UCE trabalha em relação a sonda lambda, como já sabemos a sonda informa o nível de oxigênio no escape para que a UCE mensure a mistura ar/combustível e regule essa mistura, porém, sabemos que existe o enriquecimento de mistura, temperatura de funcionamento da sonda, tempo de resposta e tudo mais. Por esse motivo a central tem esses dois métodos de trabalho:

Open Loop

Open loop ou malha aberta é quando a UCE ignora o sinal da sonda lambda e atua com base somente em seus mapas de injeção.

Quando um motor tem sua primeira partida e a rotação esta abaixo do seu valor predeterminado nos parâmetros da UCE, o sistema vai para malha aberta e ignora a sonda lambda, essa fase também é chamada de fase de aquecimento, além disso alguns veículos também utilizam malha aberta quando está em fase de carga máxima (aceleração forte) ignorando a sonda e mantendo uma mistura mais enriquecida. Outros veículos podem entrar em open loop quando detectada alguma falha também, nesse caso a estratégia enriquece toda a mistura para evitar problemas.

Closed Loop

Closed loop ou malha fechada é quando a UCE utiliza o sinal da sonda lambda para controlar a mistura de ar combustível em tempo real, alterando tempo de injeção e outros parâmetros em tempo real. Este método é geralmente quando a sonda e o motor já estão mais aquecidos e sem falhas (DTC).

DashPot

Esta é uma estratégia bem simples, é utilizada em desacelerações e consiste em um monitoramento nas baixas rotações para suavizar a variação de torque do motor ocasionando um freio motor mais suave. Quando a UCE nota que o TPS ou PEDAL DO ACELERADOR apresenta uma diminuição do ângulo de abertura da borboleta e a rotação for elevada a UCE age sobre o atuador de marcha lenta ou corpo de borboleta eletrônico diminuindo de maneira gradual a quantidade de ar que entra no motor.

A UCE utiliza diversos parâmetros para atuar e calcular esta estratégia como:

- Temperatura da água (ECT);
- Posição da borboleta ou Pedal de Acelerador;
- Velocidade do veículo;
- Rotação do motor.

Quando estamos dirigindo e vamos parar ao semáforo por exemplo abaixo da rotação de cut-off a estratégia de dashpot começa a atuar controlando a injeção de combustível e quantidade de ar na marcha lenta para tornar mais sutil.

Luz de Anomalia

Luz de anomalia ou luz de injeção como é mais conhecida é também considerado um atuador, pois, a UCE a utiliza para indicar ao condutor quando alguma DTC for gerada.



Todos os exemplos acima são modelos de luz de injeção disponíveis no mercado, quando a UCE detectar algum problema, qualquer que seja, ela alimenta essa lâmpada de anomalia para informar o condutor sobre o problema no sistema de injeção eletrônica.

A UCE pode reconhecer como DTC qualquer falha em estratégias, sinais incoerentes, componentes com circuito aberto etc.

Esta lâmpada pode ser apagada caso o erro DTC seja resolvido mesmo sem o scanner, então, quando pegamos problemas intermitentes as vezes a lâmpada pode estar apagada mesmo com erros gravados, estes erros podem estar gravados na memória como já vimos anteriormente.

Modo Alternativo

Sabemos que tudo que existe é suscetível de falha, portanto, a UCE possui estratégias de modo alternativo caso algum sensor venha a falhar ou o funcionamento do motor estiver irregular.

Por exemplo, quando a central detecta um circuito aberto no sensor de temperatura da água ela assume um valor padrão de funcionamento que depende de sistema para sistema, mas, a maioria marca -40°C , dessa forma o veículo fica com excesso de combustível, outros sistemas utilizam um valor médio de funcionamento anterior, enfim, cada sistema possui sua peculiaridade. Quando a UCE entra em modo alternativo por conta desta falha a maioria dos sistemas utilizam um mapa de ignição fixo por segurança do motor.

Já vimos que o sensor MAP é o principal sensor no cálculo de quantidade de combustível injetado, agora, e se o MAP falhar? Neste caso a maioria das UCEs utiliza o TPS como mapa principal para cálculo de combustível e mantém a mistura enriquecida para evitar danos ao motor além de utilizar uma curva de ignição fixa de segurança.

O sensor de temperatura também pode, caso seja encontrado alguma falha, assumir um valor de -40°C ou um valor médio definido pela UCE.

Apesar de que cada montadora possui suas próprias especificações de modos alternativos, estou citando os modos alternativos mais conhecidos e utilizados pelas montadoras.

Quando detectado falha no Sensor de posição da borboleta eletrônica a abertura da mesma é limitada, caso haja falha na motorização da borboleta eletrônica a mola de retorno da borboleta mantém a mesma em uma marcha lenta acelerada de emergência. Caso o sensor do pedal de acelerador possua falha o motor é mantido também em um regime de marcha lenta constantemente elevado.

Existem diversos modos alternativos e diversas estratégias para eles também, por tanto fique atento às DTCS.

Capítulo 11 ALIMENTAÇÃO

Todo sistema de injeção possui um sistema de alimentação de combustível e ar, a parte de alimentação é mais mecânica do que eletrônica, portanto, neste livro focaremos na parte de alimentação de combustível que compõem um dos pilares do triângulo do fogo “3 C”.

Bomba de combustível

Sem dúvidas, quando pensamos em sistema de alimentação de combustível esse é um dos primeiros nomes que surge a nossa cabeça, afinal o nome já submete uma grande função a este componente.

A bomba de combustível também é considerada um atuador, porém, resolvi deixá-la no grupo de alimentação para facilitar o entendimento. É importante sabermos que existe bomba de combustível mecânica e bomba de combustível elétrica, veículos com carburador utilizavam bombas de combustível mecânicas que eram acionadas mecanicamente geralmente por um comando auxiliar, com a chegada da injeção eletrônica esse cenário mudou e foi implantada as bombas de combustível elétrica.

Até que mudou novamente com a chegada da injeção direta, a injeção direta necessita pressões bem alta de combustível, por isso, os sistemas de injeção direta possuem uma bomba elétrica e outra bomba mecânica para aumentar a pressão de combustível, aqui neste livro focaremos na bomba de combustível elétrica .



Ao lado uma bomba de combustível mecânica de baixa pressão que era utilizada por sistemas com carburador. Tem um acionador no lado esquerdo que era acionado por uma espécie de cames, gerando o fluxo de combustível.

Ao lado uma bomba de combustível elétrica, não se preocupe com os detalhes dela neste primeiro momento, entenderemos como ela funciona e seus componentes que a compõe. A parte de baixo puxa combustível e envia pela parte de cima, ao lado da saída de combustível na parte de cima encontra-se os terminais/conector elétrico da bomba de combustível e abaixo dela encontra se o pré filtro da bomba de combustível. Trabalha com pressão de 1 a 5 bar em média



Ao lado uma bomba mecânica de alta pressão de um Jetta, percebe a similaridade com a bomba mecânica anterior, porém, mais robusta, com um conector elétrico etc. Olha a robustez da mola do eixo principal. Está é uma bomba mecânica e existe uma válvula

eletro magnética que controla a pressão de combustível desta bomba de modo a fornecer a pressão que a UCE estabelecer. Pode trabalhar com pressão de 7 até 200 bar.

Pense comigo agora, qual a função da bomba de combustível?

Se você respondeu que é fornecer pressão de combustível ou gerar pressão de combustível na linha de combustível eu diria que não é bem assim.

A função da bomba de combustível é gerar/fornecer vazão de combustível no sistema. A bomba de combustível apenas faz a movimentação deste fluido no sistema, gerando um fluxo de combustível e quem gera pressão no sistema é o regulador de pressão de combustível. Você já molhou algo com uma mangueira? Quando pegamos uma mangueira na mão e abrimos a água ela começa a circular não muito longe, agora, quando utilizamos o dedo na ponta da mangueira, conseguimos fazer com que a água alcance uma distância maior, isso porque criamos pressão na linha. A bomba de combustível faz esse mesmo efeito, gera vazão de combustível e o regulador de pressão cria uma restrição no sistema gerando a pressão no sistema.

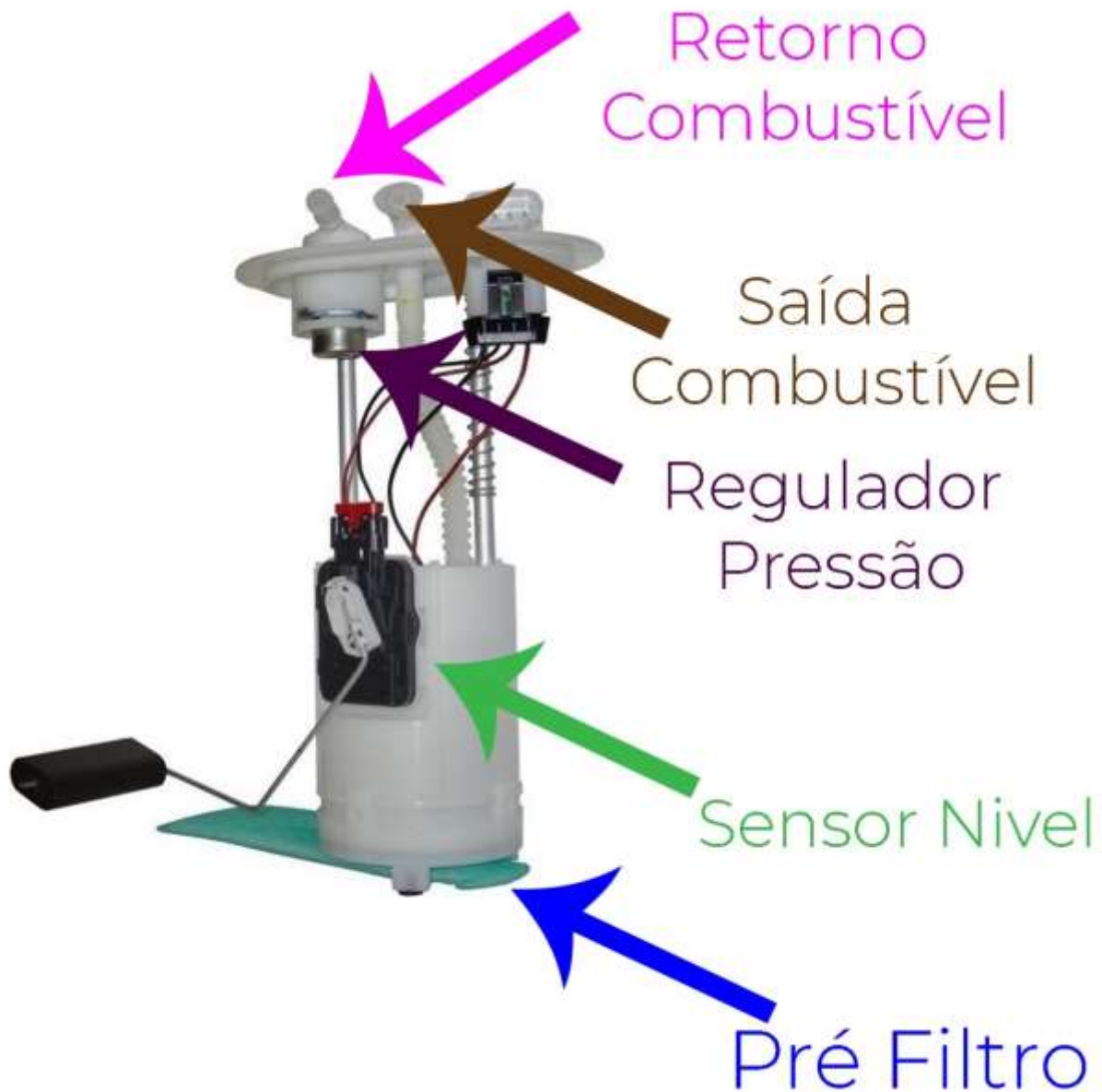
Veremos mais sobre os reguladores de pressão, agora focaremos apenas na parte da bomba de combustível elétrica .

Nos sistemas mais comuns ela é alimentada diretamente com um 12V fornecidos pelo relé da bomba de combustível e geralmente é temporizada, quando ligamos a chave a UCE aciona o relé da bomba de combustível através de um pulso negativo.



A bomba de combustível na maioria dos veículos vai montada em um sistema que chamamos de “copo da bomba de combustível” ou “módulo da bomba de combustível” ou até mesmo outros nomes dependendo onde você estiver.

Junto com a bomba é instalado o sensor de nível de combustível e em alguns modelos o regulador de pressão.

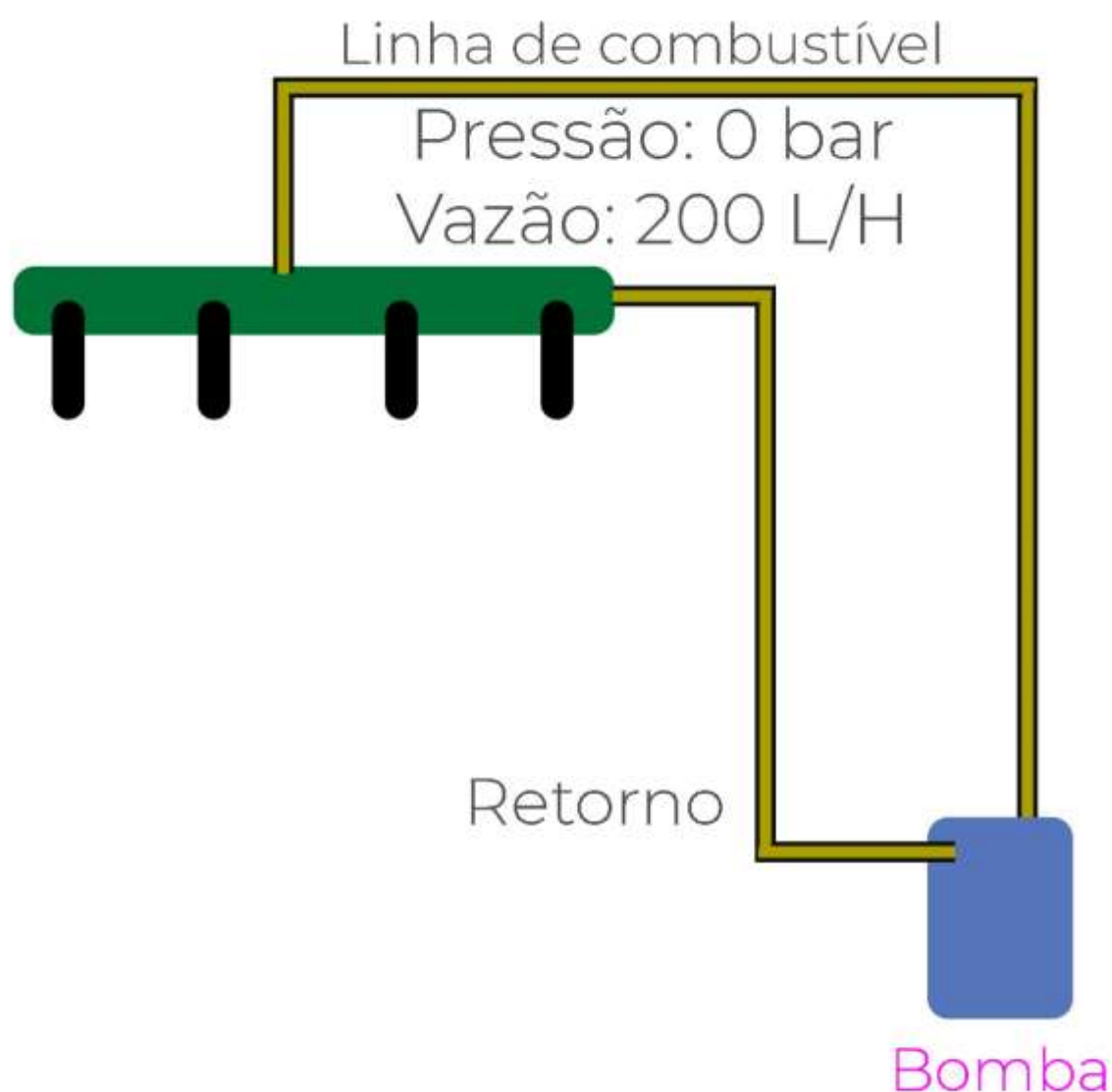


Acima um módulo de bomba de combustível elétrica com a respectiva apresentação dos componentes.

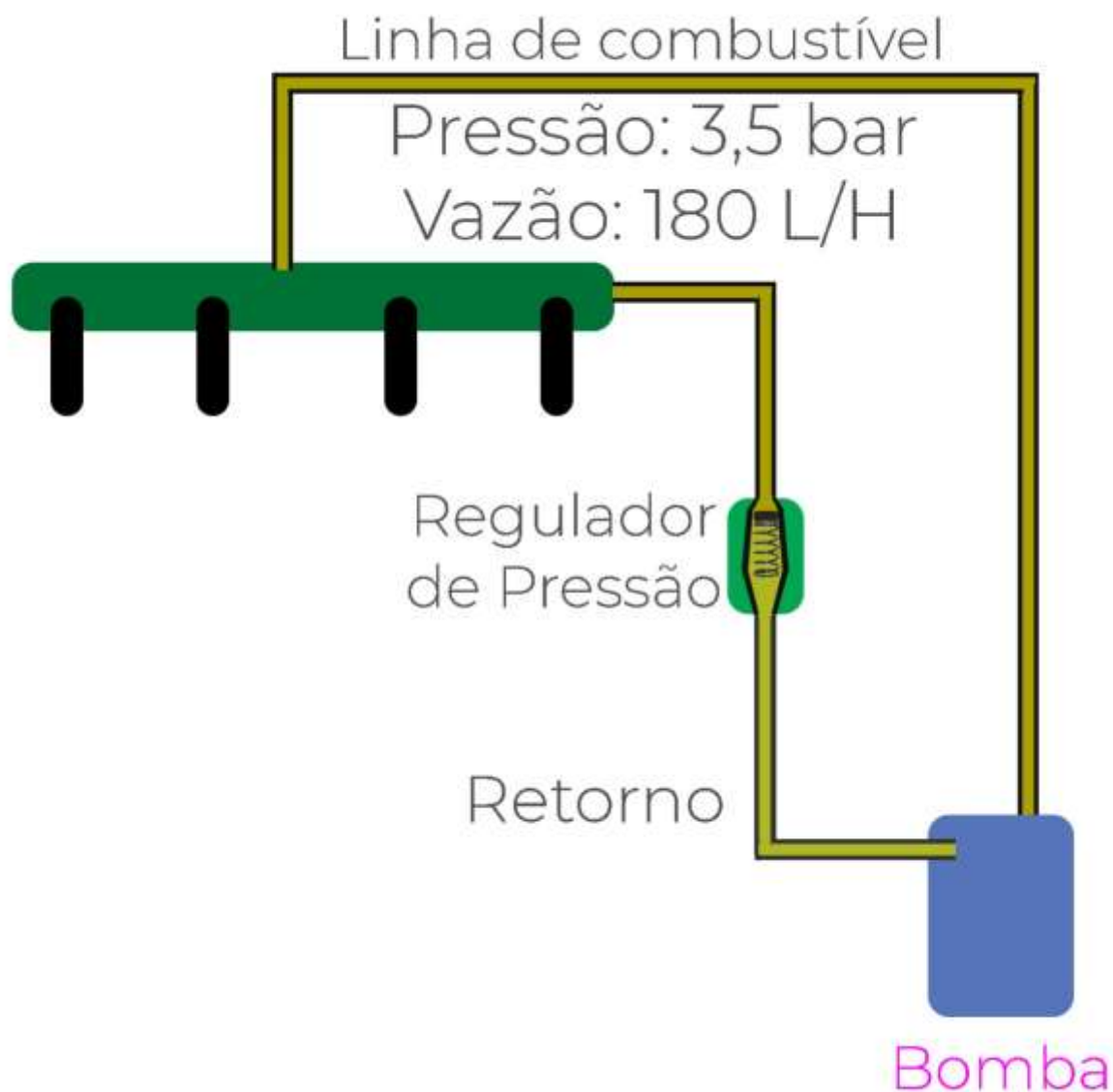
Então já sabemos agora que a função da bomba de combustível é fornecer vazão de combustível para o sistema, o pré filtro da bomba é utilizado para evitar que sujeiras provenientes do tanque entrem na bomba e danifiquem a mesma.

Regulador de Pressão

Agora que já temos vazão de combustível circulando pelo sistema, vamos imaginar a bomba de combustível bombeando combustível para o sistema até a flauta onde ficam os bicos injetores e retornando para o tanque, por exemplo.



No exemplo acima, possuímos a bomba de combustível gerando vazão no sistema o combustível vai até a flauta dos injetores e retorna até o tanque sem pressão nenhuma apenas com vazão. (Vazão teórica de 200 litros por hora).



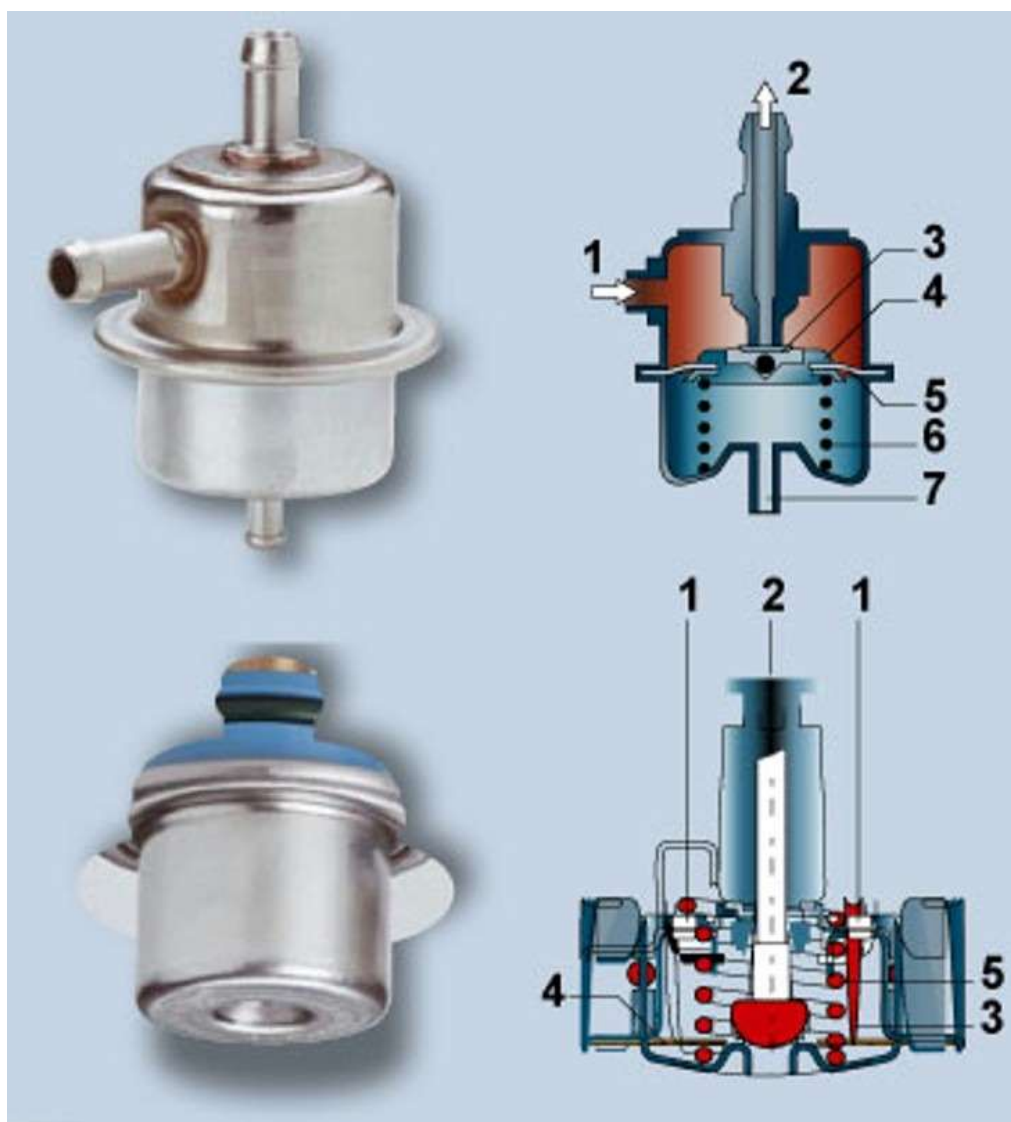
Acima o mesmo sistema, porém agora com o regulador de pressão na linha, o regulador de pressão é um componente que gera pressão através da restrição de fluxo, é constituído de uma membrana e uma mola calibrada com a pressão de trabalho do sistema, por exemplo 3,5 bar. Quando a pressão de combustível é maior que 3,5 bar a pressão de combustível vence a pressão da mola então um pouco de combustível é aliviado pela membrana, quando a pressão de combustível baixa a pressão da mola vence novamente e tranca a passagem de combustível e assim vai em um ciclo infinito. É dessa forma que o regulador de pressão gera pressão no sistema.



Acima um regulador de pressão com funcionamento idêntico ao que já vimos anteriormente. Este regulador funciona com uma entrada de mangueira e uma saída, na entrada existe a membrana calçada pela mola calibrada que já vimos e também existe outros modelos, como por exemplo:



Este vai instalado diretamente na flauta (rampa de injetores) ou no módulo da bomba de combustível. (Alguns veículos também utilizam com um adaptador e mangueiras)



Fonte: [http://br.bosch-](http://br.bosch-automotive.com/pt/internet/parts/parts_and_accessories_2/motor_and_sytems/benzin/bomba_eltrica_de_combustivel/regulador_de_pressao/regulador_de_pressao_1.html)

[automotive.com/pt/internet/parts/parts_and_accessories_2/motor_and_sytems/benzin/bomba_eltrica_de_combustivel/regulador_de_pressao/regulador_de_pressao_1.html](http://br.bosch-automotive.com/pt/internet/parts/parts_and_accessories_2/motor_and_sytems/benzin/bomba_eltrica_de_combustivel/regulador_de_pressao/regulador_de_pressao_1.html)

- 1 – Entrada de combustível
- 2 – Retorno de combustível
- 3 – Placa da válvula
- 4 – Suporte da válvula
- 5 - Diafragma
- 6 – Mola de pressão
- 7 – Conexão para o coletor de admissão

- 1 – Entrada de combustível
- 2 – Retorno de combustível
- 3 - Suporte da válvula
- 4 - Diafragma
- 5 – Mola de pressão



Como vimos este regulador, além das mangueiras de entrada e saída, em cima dele tem uma outra conexão para conectar uma mangueira, essa mangueira por sua vez vai conectada no coletor de admissão.

Chamamos coloquialmente esta tomada de “tomada de vácuo” do regulador de pressão de combustível.

Em muitos veículos a membrana interna do regulador de pressão fura ou acontece algum outro problema que faz com que o combustível passe pela membrana indo para a “tomada de vácuo”, como o veículo na marcha lenta está sempre em “vácuo” ou seja, com uma pressão menor que a pressão atmosférica, o motor está “sugando” essa tomada de vácuo e nessa tomada de vácuo há combustível que está atravessando a membrana, com isso o motor acaba aspirando combustível em excesso.

Essa falha gera diversos sintomas no veículo, como por exemplo:

- Consumo alto;
- Marcha lenta oscilando;
- Veículo apagando na lenta;
- Cheiro de gasolina;
- Sistema sem estanqueidade (veremos sobre ela).
- Entre outros.

Para fazer o diagnóstico desse problema, basta, aspirar com uma bomba de vácuo ou até mesmo a boca a tomada de vácuo dele, caso tenha gasolina ele está com problema e precisa ser substituído.

Bico Injetor

Já vimos alguns detalhes sobre os eletro injetores, agora focaremos em alguns outros detalhes sobre eles. Os eletro injetores possuem algumas características que precisamos nos atentar, como por exemplo:

- **Vazão de bico injetor:**

- Esta é uma característica que define o quanto de combustível o bico injeta. É necessário verificar a vazão de combustível quando tivermos problemas na mistura de combustível.
- Este teste é realizado através da máquina de teste e limpeza de injetores, ou, em alguns veículos pode ser verificado com o auxílio de um relógio de pressão de combustível e o scanner.(Veja esta medição no Youtube : <https://youtu.be/PeMZK9d3BhM>)

- **Resistência do bico injetor:**

- Esta é uma característica elétrica do injetor, a resistência dos bicos injetores não pode estar muito diferente uma das outras, caso contrário pode alterar o funcionamento do bico e a corrente de consumo.

- **Estanqueidade:**

- Estanqueidade do bico injetor é uma característica que, quando pressurizado o bico, não pode deixar passar combustível para fora em repouso, ou seja, sem estar sendo acionado pela UCE. Alguns injetores por sujeira ou desgaste, acabam não conseguindo vedar e deixam passar combustível mesmo quando não estão sendo acionados. Chamamos de teste de estanqueidade esse teste que submetemos os injetores a uma pressão de até 20% maior que a pressão normal de trabalho dele para verificar se o bico não está “gotejando”, bicos sem

estanqueidade tem a característica de afogar o veículo quando desligamos, por exemplo.

- Quando estamos utilizando o veículo e desligamos, a linha esta toda pressurizada e essa pressão lentamente vai sendo liberada pelo bico sem estanqueidade, com isso, quando vamos ligar novamente o veículo o veículo encontra dificuldade de partida pelo excesso de combustível no motor.

- **Atomização ou Leque:**

- Este é um teste que não é tanto utilizado, mas consiste em verificar o “leque” ou a forma de atomização do combustível , pois, as vezes temos injetores com a mesma resistência, mesma vazão porém tem um leque de injeção diferente e isso pode alterar a eficiência daquele cilindro, mas, é bem raro de acontecer.
- Este é um teste que gosto que saiba que existe, mas, não foque nele pois não é algo que utilizamos diariamente.

Veremos agora sobre essas características uma a uma para entender sobre elas e veremos um pouco sobre a limpeza de bicos injetores.

Vazão de bicos Injetores

Este é um dos testes mais utilizados no diagnóstico de injeção eletrônica/motor. Consiste em testar através de um teste esquematizado pela própria fabricante da máquina os injetores e verificar se todos estão injetando a mesma quantidade de fluido.



Acima um teste de injetores de uma Mercedes realizado na máquina de teste de bicos, encontramos o cilindro 3 com excesso de combustível e o cilindro 4 com falta de combustível.

A norma define que, não pode haver mais de 10% de diferença de vazão entre os injetores.

Por exemplo, pelo teste acima por exemplo:

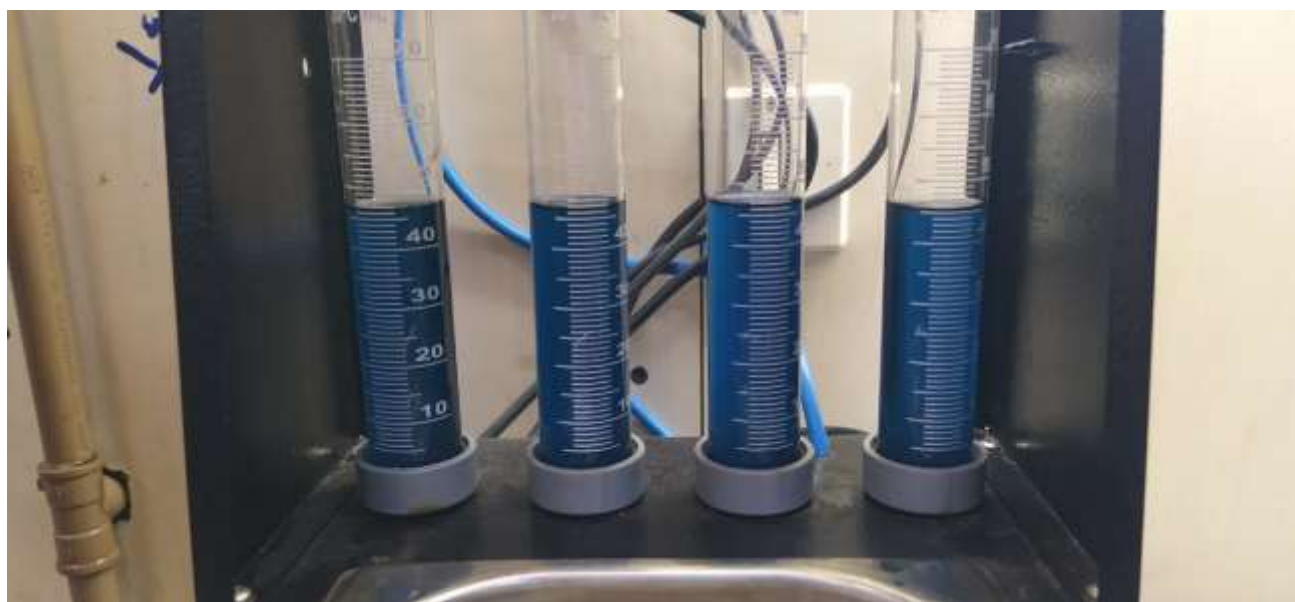
- 1 injetor = 41 ML
- 2 injetor = 41 ML
- 3 injetor = 46 ML
- 4 injetor = 35 ML

10% de 40 ML é 4ML, por tanto ,não poderia ter menos que 36ML ou mais que 44ML.

É importante entender que além da diferença de vazão entre injetores é necessário saber a vazão base do bico, pois, tem veículos que criam uma baixa de vazão em todos os injetores de forma integral, dessa forma se testarmos os injetores estará dentro da tolerância dos 10% entre eles, porém pode estar com a vazão baixa, ou, alta.

Cada máquina possui sua forma de teste, por isso, em geral, as tabelas de vazões disponibilizadas não são compatíveis entre uma máquina e outra. Por isso fique atento quanto a isso.

Vamos falar sobre a limpeza dos injetores posteriormente, mas, observe como ficou os injetores desta Mercedes após a limpeza:



- 1 injetor = 42ML
- 2 injetor = 42 ML
- 3 injetor = 42 ML
- 4 injetor = 41 ML

Desta forma, ficou bem alinhado os injetores, realizamos o teste de vazão mais 4 vezes para confirmar e então remontamos no veículo que ficou perfeito.

Estanqueidade

A estanqueidade significa estanque, “sem vazamento”, pense por exemplo no pneu do veículo, se ele não possuir nenhum furo ou lugar vazando, significa que o pneu vai segurar a pressão, caso tenha algum furinho ou algum lugar vazando, significa que o pneu não tem estanque, ou seja, não passa no teste de estanqueidade.

No caso do pneu, o borracheiro injeta ar dentro do pneu e imersa o mesmo em algum líquido e verifica se há surgimento ou não de bolhas de ar que possa vir a vazar do pneu.



Os injetores são testados na máquina de teste e limpeza de bicos e são submetidos a uma pressão de trabalho definida pelo usuário, a pressão aplicada recomendada é de 10 a 20% a mais do que o sistema trabalha, por exemplo, se os injetores trabalham a 3 bar, recomenda-se que utilize de 3,3 a 3,6 bar.

Caso o injetor venha a apresentar “gotejamentos” então significa que o injetor não está estanque, logo, quando desligarmos o veículo os injetores vão ir baixando a pressão renascente no sistema e deixando esse combustível entrar no coletor de admissão, quando o condutor der partida novamente no motor o veículo vai estar afogado. Neste caso a característica é essa, o veículo demora entrar em funcionamento e quando funciona, cheira a gasolina.

Em alguns casos, o problema de estanqueidade é resolvido com a limpeza (já que em alguns casos é apenas sujeira na agulha, por exemplo) e em outros casos resolve-se apenas substituindo o injetor.

Agora, precisamos saber que, não é só o injetor que possui a característica de ser estanque, todo o sistema em si deve possuir esta característica, o regulador de pressão precisa ter estanqueidade, quando é atingida a pressão e o veículo é desligado, o

regulador de pressão não pode deixar que o combustível retorne para o tanque baixando a pressão imediatamente.

Além do regulador de pressão e dos injetores, a bomba de combustível também possui uma válvula anti retorno, ou seja, o combustível não volta após passar por essa válvula, que geralmente vai instalada na saída da bomba.

O sistema possui estanqueidade para que, na próxima partida do motor, o sistema de alimentação já tenha combustível na linha. Com o tempo a tendência da pressão é baixar um pouco com o veículo desligado, porém, mesmo com baixa pressão, o combustível não retornou para o tanque, quando ligarmos a chave a UCE temporiza a bomba a linha é pressurizada novamente.

O teste de estanqueidade pode ser verificado no veículo com o auxílio de um relógio de pressão de combustível, instalamos o manômetro na linha de combustível e verificamos a queda de pressão após desligar o veículo durante o período de 1 a 2 horas.

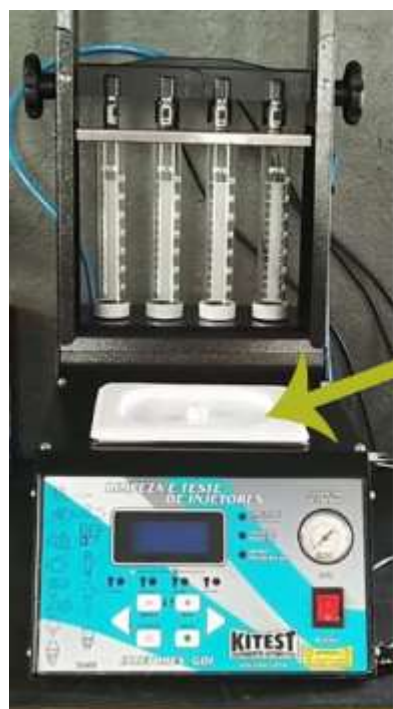
E para definir qual a parte do sistema está com problema de estanqueidade, podemos instalar o manômetro em série no sistema por exemplo, na flauta (rampa dos injetores), podemos fechar o registro do relógio para verificar a parte da flauta (injetores) e depois podemos inverter o manômetro para testar a parte da bomba.



Os manômetros possuem este registro após o manômetro de medição. Então fechamos o registro e o relógio vai medir a pressão da mangueira conectada diretamente ao manômetro. Então precisamos inverter o relógio para medir a estanqueidade do outro lado do sistema e definir a direção do problema.

Limpeza de Bicos

A limpeza de bicos consiste, obviamente, em limpar os injetores, a forma padrão de limpeza é através de um ultrassom que vibra o injetor submerso em um líquido detergente enquanto o mesmo é “pulsado”, essas vibrações do ultrassom e mais a “batida” do injetor faz com que na maioria dos casos o detergente aqueça e vá soltando a sujeira dos bicos. É indicado que o pré filtro do injetor seja retirado para realizar a limpeza dos injetores



Cuba
Ultrassom

Os injetores são submersos na cuba de ultrassom e são mantidos lá por um tempo pré determinado pela fabricante da máquina, eu particularmente, costumo deixar no caso como o da Mercedes que vimos anteriormente, de 5 a 6 vezes.

Algumas fabricantes não indicam deixar os injetores totalmente submersos, sob risco de perfurar a cuba. Portanto leia o manual de seu equipamento antes de utilizá-lo. Após a limpeza, teste novamente os injetores para verificar se foi eficiente ou não, se precisar faça novamente, ou, substitua.

Retro Lavagem

A retro lavagem é um recurso extra, quando, a limpeza de injetores por ultrassom não é suficiente, a retro lavagem constitui-se de fazer com que o injetor trabalhe ao contrário no equipamento, ou seja, entrando combustível por baixo dele e saindo combustível por cima. Para este recurso, deve, retirar o pré filtro dos injetores e instalar os injetores ao contrario no equipamento, equipamentos que possuem a função retro lavagem geralmente mantem as buretas abertas (parte de medição em vidro) e o bico aberto direto, os equipamentos que não possuem a função podem realizar a função também, porém, realizando o teste de vazão, por exemplo.



O pré filtro vai instalado na entrada de combustível do injetor e podem ser retirados com o auxílio de uma ferramenta extratora de pré filtros (é simplesmente um parafuso com um extrator inercial).

Ao lado uma ferramenta extratora, nós “rosqueamos” a ferramenta no pré filtro e com o auxílio da parte móvel da ferramenta, nós impulsionamos a mesma criando impactos para retirar o pré filtro do injetor.



A Retro lavagem precisa que os injetores sejam instalados ao contrário, por tanto, existem adaptadores para proporcionar este feito.

Filtro de combustível

A função deste é obvio, ele retém as impurezas que poderiam danificar as peças sensíveis do circuito e prejudicar o funcionamento dos injetores ou da bomba.

Existe o que chamamos de pré filtro, que já vimos que fica abaixo do módulo da bomba de combustível e após a saída de combustível da bomba há outro filtro, em alguns veículos pode ficar dentro do tanque, porém, na maioria fica externo ao tanque e tem grande facilidade de ser substituído.

Embora, muitas vezes, não notado ou sem a devida atenção, a troca do filtro de combustível é fundamental para o sistema, já que, caso venha a oferecer restrição ao combustível pode fazer com que a bomba de combustível trabalhe alterada e que o sistema tenha uma perda de vazão de combustível na linha.



Geralmente é conectado através de engates rápidos “pop top” e fica próximo ao tanque de combustível na parte inferior do veículo.

Rampa de injeção

A rampa de injeção ou flauta de injetores tem a função de distribuir o combustível aos injetores e fazer a ligação com o circuito de alimentação.

Ela vai fixada no cabeçote ou no coletor de admissão, ela pode ser de plástico ou de metal dependendo o veículo e o sistema.

Nos veículos mais antigos, por exemplo, os VW Santana equipado com motor AP e injeção MI o coletor de admissão é de alumínio e a flauta de metal, isso fazia com que todo calor proveniente do motor fosse transferido a flauta e fazia com que o combustível aquecesse demasiadamente afetando o funcionamento do mesmo, já que em partes estava gasoso.

Por isso, adotou-se isoladores térmicos entre o coletor de admissão e a flauta de injetores. É necessário manter esses isoladores originais, em alguns casos já vi veículos que estavam com arruelas comuns de metal fazendo com que o calor fosse transferido a flauta.



A flauta pode ou não possuir o regulador de pressão integrado, no caso acima ela possui somente entrada, sendo a pressão regulada diretamente dentro do módulo da bomba de combustível.

Capítulo 12 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em primeiro lugar, quero parabenizá-lo por ter chegado até aqui, isso demonstra um grande interesse de sua parte e de alguma forma gera um orgulho inestimável para mim.

A caminhada do aprendizado é eterna, morreremos como alunos, neste livro apresentei o básico do pouco que sei para incentivá-lo a seguir seus próprios estudos, práticos e teóricos.

Apesar do livro possuir um conteúdo bem básico e de uma abordagem universal, tem fundamentos muito bem segmentados e que se o leitor compreender a lógica de pensamento de uma UCE e como o motor funciona, poderá construir grandes edifícios em cima desta fundação desenvolvida.

Eu aprendo coisas novas todos os dias, aprendo com meus clientes, com meus alunos, com meus colaboradores, com minha família, com meus amigos, o fato é que a mudança ocorre, ela é constante e é um fato, por isso sempre devemos nos atualizar e procurar compreender os fatos e fundamentos, pois, estes, permanecem estáticos nos ventos do tempo.

O fato de ter chegado até aqui, demonstra seu interesse em aprender e adquirir conhecimento, por isso, fique o leitor contente com sua caminhada e sempre olhe para trás e veja seu progresso.

Meu professor de inglês sempre diz:

“Always congratulate yourself after winning a mini game, always”

Seria mais ou menos:

“Sempre se parabenize após ganhar/vencer um mini jogo, sempre”

O sentido que ele aplica nisso é o seguinte, as vezes podemos pensar que não estamos progredindo, então, sempre que vencer um “mini jogo”, por exemplo, ler 10

páginas deste livro, se parabenize, leu mais 10, se parabenize. Aprendeu algo novo hoje, parabenize-se, conseguiu solucionar um problema difícil hoje, parabenize-se.

Isso nos mantém inspirados e ajuda a enxergar que realmente estamos evoluindo, quando não sabemos nada, a expansão do conhecimento é imensa e depois a curva de aumento de conhecimento diminui e as vezes podemos estar achando que paramos de evoluir, quando na verdade, saímos de um ponto de não saber nada à um ponto de conhecimento e agora a curva tem outra aceleração

Vi isso quando comecei treinar Jiu-Jitsu, nos 3 primeiros meses, NOSSA! Grande evolução, todo dia estava 5% melhor que no dia anterior, isso se estendeu por 3 ou 4 meses e depois diminuiu. Por quê?

Por que eu sai de um ponto de zero conhecimento, então é muito fácil crescer 100, 200 %, mas no momento em que eu já tenho uma base, um conhecimento é inviável crescer 100% da minha habilidade em um intervalo de tempo pouco espaçado, é normal a curva do aprendizado ter uma velocidade mais lenta, é perfeitamente normal.

Mas cada treino, agradeço, por seguir, por evoluir, por aprender. Isso me mantém lá.

Quero desejar todo o sucesso do mundo a você e que, sinta orgulho de si mesmo, apenas de chegar até aqui, você já faz parte de apenas 3% das pessoas que começam e chegam até o final, você já é um vencedor na vida!

Amplie seus conhecimentos e ao mesmo tempo que faz isso, BOTE A MÃO NA MASSA!

Um grande abraço, obrigado por compartilhar esses bons momentos.

Fique à vontade para conversar comigo nas redes sociais!